VMP
Schubert

Die

Cellulosefabrikation

(Zellstofffabrikation).

Praktisches Handbuch

für

Papier- und Cellulosetechniker, kaufmännische Direktoren, Werkführer, sowie zum Unterricht in Fachschulen.

Mit 107 Illustrationen.

Von

Max Schubert

Fabrikdirektor a. D.

Privatdozent a. d. K. Techn. Hochschule zu Dresden.

Z. Aufl.

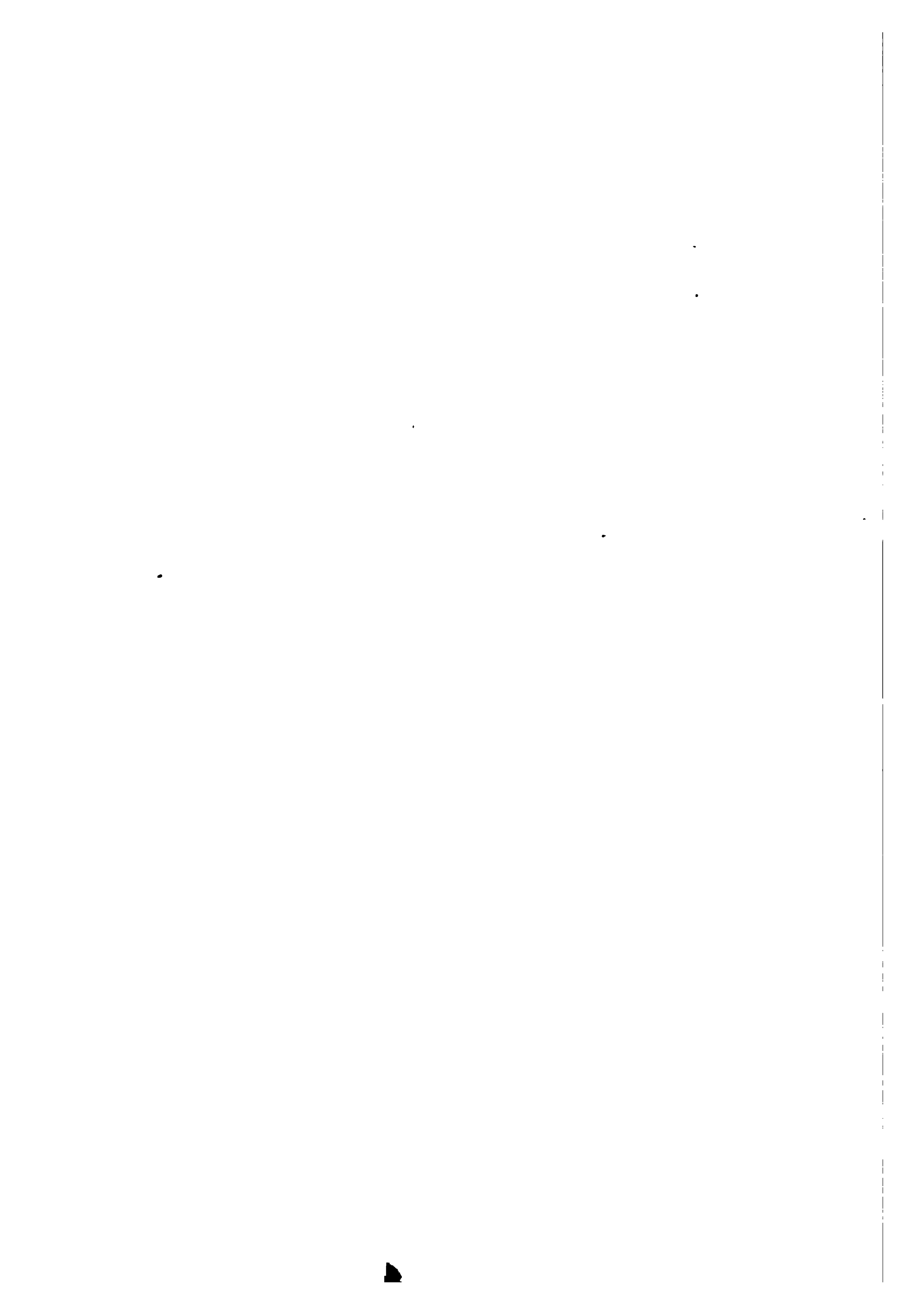
Zweite, umgearbeitete und vervollständigte Auflage.



BERLIN W. 1897.

Fischer's technologischer Verlag **M. KRAYN,**

Köthenerstrasse 46.



Die

Cellulosefabrikation

(Zellstofffabrikation).

Praktisches Handbuch

für

Papier- und Cellulosetechniker, Kaufmännische Direktoren, Werkführer, sowie zum Unterricht in Fachschulen.

Mit 107 Illustrationen

von

Max Schubert
Fabrikdirektor a. D.
Privatdozent a. d. K. Techn. Hochschule zu Dresden.

Zweite umgearbeitete und vervollständigte Auflage.



BERLIN W. 1897.
Fischer's Technologischer Verlag **M. KRAYN,**
Köthenerstrasse 46.



Vorwort zur ersten Auflage.

Ehe ich der Anregung des Herrn Verlagsbuchhändler Fischer in Berlin, für dessen „technologische Bibliothek“ ein Werkchen über „Cellulosefabrikation“ zu schreiben, Folge leistete, habe ich erst erwogen, ob ein Bedürfnis hierzu überhaupt vorlag. Trotzdem schon verschiedene kleinere Abhandlungen über den verhältnismässig neuen Industriezweig „Cellulosefabrikation“ erschienen sind und hauptsächlich verschiedene Jahrgänge der „Papierzeitung“ sowie anderer Fachschriften eine grössere Anzahl von Aufsätzen über einzelne Teile der Fabrikation und dahin einschlagende Fragen enthalten, so sind die erst erwähnten Broschüren doch so allgemein und kurz bearbeitet, gelten nur als Kapitel von grösseren Werken über Papierfabrikation, und die einzelnen Aufsätze in den Zeitungen sind so zwischen anderem verstreut, auch teilweise mit persönlichen Streitfragen und Ansichten verknüpft, dass ich zu der Überzeugung kam, es läge ein Bedürfnis vor, und es wäre sogar ein verdienstliches Werk, dieses verhältnismässig wertvolle Material zu sichten, zu ordnen, durch die eigenen Erfahrungen zu vervollständigen und durch Hinzufügung von praktischen Ratschlägen ein Buch zu schaffen, wie es in dieser Vollständigkeit wenigstens bis jetzt noch nicht über den Begriff „Cellulose“ geschrieben wurde. Ich ergriff deshalb mit Eifer die mir gestellte Aufgabe, setzte mich auch mit einigen Herren in Verbindung, welche mitten in der Cellulosefabrikation stehen und verdanke diesen wertvolle Einzelheiten, musste aber auch erfahren, dass es unmöglich sei, ein völlig erschöpfendes Bild der Branche zu geben, weil die vielen verschiedenen Systeme, nach denen Cellulose hergestellt wird, nicht nur patentiert sind, sondern fast jeder Fabrikant sein Verfahren auch in möglichst geheimnisvolles Dunkel einzuhüllen bestrebt ist. Ich habe daher nur eines der weitverbreitesten Verfahren ausführlich behandelt, und die anderen nur gestreift, in den hauptsächlichsten Grundzügen dar-

gestellt, und bin bei der Einteilung des Buches von dem Grundsatze ausgegangen, die Fabrikation in der Reihenfolge der einzelnen Phasen zu besprechen, und bei jedem Kapitel die Verschiedenheiten der einzelnen Systeme nach einander auszuführen. Auf diese Weise vermied ich Wiederholungen, da manche Arbeiten der Zellstoffgewinnung bei allen Verfahren dieselben sind, was hauptsächlich für den Anfang, Holz- und Holzbearbeitung, sowie für die Fertigstellung der gewonnenen Cellulose für den Versandt, gilt.

Das Buch enthält zunächst eine ausführliche Besprechung des Rohstoffes, des Holzes, nebst einer Tabelle über den Holzbestand ganz Deutschlands, die Beschreibung der Holzbearbeitung unter Erwähnung der dazu notwendigen Maschinen und geht dann auf die Laugenbereitung über, dort zunächst das Natronverfahren nebst Sodawiedergewinnung behandelnd, und hiernach das Sulfitverfahren in seinen verschiedenen Abzweigungen und neuesten Verbesserungen in Wort und Zeichnungen vorführend. Den Beschreibungen der Kochprozesse der verschiedenen Systeme geht die Anführung der nach Grösse, Gestalt, Material und Auskleidung von einander abweichenden Kochkessel voran und es folgt die Erwähnung der Methoden zur Fertigstelluug des Fabrikates.

Einen grösseren Wert jedoch, als auf die Beschreibung der eigentlichen Fabrikation und der dazu nötigen Apparate und Maschinen lege ich auf die in den letzten Kapiteln enthaltene offene Besprechung der Schwierigkeiten, welche sich der Cellulosefabrikation in der Beseitigung und Unschädlichmachung der Abwässer und lästigen Gase entgegenstellen, sowie auf die praktischen Ratschläge, die im Hinblick hierauf bezüglich der Anlage neuer Fabriken eben dort zu finden sind, besonders da auch behördliche Vorschriften mit aufgenommen wurden. Da die reichliche Verwendung von Cellulose schon jetzt in der weitverbreiteten Papierfabrikation eine grosse Umwälzung erzeugt hat, die sich bei neuen Fabrikanlagen schon in dem äusseren Bau kund giebt, da es nicht mehr notwendig ist, absolut auf das Vorhandensein grosser Wasserkräfte zu sehen, oder bedeutende Räumlichkeiten für Haderböden u. s. w. einzurichten, da bei immer fortschreitender Vervollkommnung der Cellulose auch ihre Verwendung noch wachsen wird, also auch der Kreis aller Derjenigen sich erweitern muss, welche ein Interesse daran haben, Näheres über die Gewinnung der Cellulose

und ihre Eigenschaften zu erfahren, so hoffe ich, dass auch dies Büchlein seine Existenzberechtigung dadurch dokumentieren wird, dass es Eingang findet bei möglichst Vielen, welche mit Papier, Papierfabrikation und Cellulose zu thun haben!

Treuenbrietzen, im Januar 1892.

Max Schubert, Direktor.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die Hoffnung auf Erfolg des vorliegenden Buches, wie sie in dem „Vorwort zur ersten Auflage“ ausgesprochen wurde, hat sich mir, sowie dem Verleger glücklicherweise erfüllt, denn ausser den mir von verschiedensten Seiten zugegangenen Dankschreiben wurde kurz nach dem Erscheinen von den bekannten Verlagsbuchhändlern Baudry & Comp. in Paris eine französische Ausgabe veranstaltet, deren Bearbeitung von dem Subdirektor Herrn B. Bibas ausging. Fast gleichzeitig stand ich auch mit einem russischen Ingenieur wegen Veranstaltung einer russischen Ausgabe in Verhandlung, weiss aber nicht, ob die Übersetzung ausgeführt worden ist, da nach Erwähnung geringer Entschädigungsansprüche meinerseits der Briefwechsel von dort abgebrochen wurde und Deutschland mit Russland in keiner Litterar-Konvention steht. Ausserdem war die ganze Auflage nach circa 2 Jahren vollständig vergriffen, so dass viele Anfragen unausgeführt bleiben mussten, und nur äussere Veranlassungen waren der Grund, dass die Herausgabe der vervollständigten Auflage dieses Buches eine so lange Verzögerung erlitt.

In den letzten 4 Jahren sind in der Zellstofffabrikation, wenn auch keine neue „Verfahren“ aufkamen, so doch unendlich viele Veränderungen und Verbesserungen gemacht worden, welche das Recht beanspruchen, in einer neuen Auflage Erwähnung zu finden. Ich habe deshalb ausser den in der letzten Zeit selbst erlangten eigenen praktischen Erfahrungen noch alle diejenigen Angaben benutzt, die mir von einzelnen Erfindern der „Verfahren“ oder Fabrikanten von Maschinen freundlichst gewährt wurden, und ebenso wie bei der ersten Auflage verschiedenste Artikel und Zeichnungen aus den letzten Jahrgängen der Papierzeitung mit Quellenangabe aufgenommen. Dadurch ist in dem neuen Buche die Darstellung der Zellstoff-

fabrikation bis auf den heutigen Tag nachgetragen und so vervollständigt worden, dass statt 51 Illustrationen jetzt 107 Stück Figuren die Deutlichkeit der Beschreibungen veranschaulichen. Hauptsächlich wegen dieser Zeichnungen hat die zweite Auflage auch ein etwas grösseres Format und überhaupt noch bessere Ausstattung erhalten.

Nicht unerwähnt will ich es lassen, dass in letzter Zeit auch von anderer Seite die Zellstofffabrikation ausführlich behandelt worden ist. Trotzdem hoffe ich, dass die zweite Auflage meines Werkes ebenso ihre volle Berechtigung haben wird, da dieselbe in handlicher Form alles das zusammengefasst darbietet, was für den Praktiker wünschenswert erscheint und ausserdem der billige Preis des Buches seine Erwerbung nicht nur den Fabrikbesitzern, sondern auch allen sich dafür interessierenden Beamten derselben ermöglicht.

Dresden, im September 1896.

Max Schubert.



Inhalt.

Seite
Vorwort zur 1. Auflage . . . III
Vorwort zur 2. „ . . . IV

I. Kapitel.

Cellulose, Begriff des Wortes „Cellulose“ u s. w. 1
Chronologische Reihenfolge der diversen Verfahren 3

II. Kapitel.
Holz und Holzbearbeitung.

Faserlänge . . . . , ... 4
Tabelle nach R. B. Griffin, Zellstoff-Ausbeute für Sulfitstoff do. Natron-Cellulose . . . 5
Verbrauch an Holz für Cellulose in Deutschland 6
Holzbestand im Deutschen Reich, Tabelle . . . . 8—10
Holzbearbeitung, Blocksäge Fig. 1 und 2 . . . 12
„ Rindenschälmaschine, Fig 3, 4, 5, . . 13—14
„ Kreissägen, Hack- und Schlagmaschinen . . 17
„ Sägespähne 16
„ Sortierung des Holzes
„ 'Hackmaschine von A. Niethammer Fig. 7-10 18-22
„ Schältabelle 23
„ Hackmaschine von Götjes und Schulze Fig. 11 und 12 . 25—26
„ Brechmaschine, Fig. 13 27
„ Schleudermaschine, Fig. 14 u. 15 . 27—28
„ Sortiervorrichtuug von Götjes und Schulze Fig. 16 u. 17 . 28—29

Seite

III. Kapitel.
Lauge und Laugenbereitung.

A. Natronverfahren . . . 30
Laugenbereitung . . . . .
Sodawiedergewinnung Fig. 18 und 19 35
„ Ofen v. Roeckner . . 36
„ Abdampfturm von R. Schneider Fig. 20 37
„ Methode in Rauheim, Fig. 21 u. 22 . . 40
„ Methode von Homer T. Jargan Fig. 23, 24 42
„ Calcinieröfen . . . 44

B. Sulfit-Verfahren. . . . 44
Tilghmanns Patent 45
Schwefel und Schwefelkies 46—47
Kiesofen nach Mitscherlich, Fig. 25, 26, 27 48
Turm nach Mitscherlich, Fig. 28 und 29 . . 50—51
Übertreibeturm 51
Niedrige Türme, Fig. 30 . . 55
Verfahren von Ritter-Kellner, Fig. 31, 32 . . . . 56—58
Kellnersche Laugenanlage Fig. 33 und 34 60
Kammerapparate zur Laugenbereitung 66
Bottichbatterie von Kellner Fig. 35 und 36 62
Kühlapparat von Kellner . .
Aufschliessungsverfahren durch Gase v. Kellner . 64
Verfahren von Dougall, Fig. 37 67
Verfahren von Dr. Frank . 68
Frankscher Laugenapparat Fig. 38 und 39 72

Seite
Schwefelofen von Dr. Frank, Fig. 40 und 41 78
Zusammensetzung der Frankschen Laugen 76
Betriebskosten bei Anwendung des Frankschen Apparates 78
Verfahren von Eduard Partington, Fig. 42 und 43 80
Verfahren v. Ekman, Franke, Graham, Pictet, Brélaz, Flodquist, Archbold 81—84
Untersuchung der Laugenkonzentration 85

IV. Kapitel.
Kocher und Kochprozess.

A. Natronverfahren . . . 87
Verfahren von Max Dresel . 88
Anlage v. M. Dresel, Fig. 44, 45 91
Kocher von Dahl 92
„ „ Körting, Fig. 46 93
Verfahren von Ungerer . . 94
B. Sulfitverfahren 95
Kocher von A. Mitscherlich, Fig. 47 und 48 96
Kochprozess nach Mitscherlich 97
Praktische Kochtabellen 102—104
Beobachtung des Kochprozesses 105
Kocheruntersuchung . . . 106
Entsäuren der Lauge . . . 107
Kupferne Heizrohre . 108—109
Ertrag an Cellulose, praktische 110
Darstellung, Fig. 49, 50 111-112
Verfahren von Ritter-Kellner, Fig. 51 113
Kellners eigene Beschreibung Fig. 52 und 53 . . 115—126
„ Kondensationseinrichtung, Fig. 54 . . . 119
„ Erhitzer, Fig. 55 . 122
Verfahren von Ekman . . . 126
Verfahren von Franke in Mölndal 126
Amerikanisches Patent . . 127
Wiederbenutzung der SO_2 nach Pictet und Brélaz 128
Kocher von Flodquist . . . 129

Seite
Amerikanisches Patent von Flodquist, Fig. 56 . . . 130
Kocherauskleidung von Wagg 131
Sulfitstoff-Kocher von Frambach & Dart, Fig. 57 . 132
Futter für Sulfitkocher von Goldberg, Harten, Poud 133
Schutzmasse v. Wilh. Wenzel 134
Schutzkruste von Brüngger . 134
Kocherauskleidung von Baerwaldt 137
„ von E. Meurer . 138
„ von W. Stebbins . 139
Entleerungsvorrichtung, Fig. 58 140
Abblaserohr von Curtis und Jones, Fig. 59 und 60 . 143

C. Elektrisches Verfahren 144
Kochereinrichtung, Fig. 61 . 146
Elektrische Behandlung in Gruben . . , ... 148
Elektrisches Bleichverfahren nach Kellner F. 62, 63, 64 147-52
Elektrische Bleiche, Bleichblock, Fig. 65, 66 154—155

V. Kapitel.
Waschen, Bleichen, Fertigstellung der Cellulose. 157

Stampftrog nach Mitscherlich, Fig. 67 und 68 . 158—159
Waschrinne nach Mitscherlich, Fig. 69 160
Cellulosereinigung durch Knotenfänger, Fig. 70, 71 161
Wandelscher Cellulosereiniger
Sortiervorrichtung für Zellstoff von Wandel, Fig. 72 . . . 162
Centrifugal-Zellstoff-Sortierer Wagner & Comp., Fig. 73, 74 163
Haarcylinder von Mitscherlich, Fig. 75, 76 . . . . . 165—166
Separator von Wagner & Comp., Fig. 77, 78 167
Zellstoffzerteilung, System Engelmeyer, Fig. 79—86 . . 168—75
Quirl von Ziegelmeyer, Fig. 87, 88 . . . . 175—76

Seite

Zellstoffzerteiler von Götjes & Schulze, Fig. 89—93 . . . 177
Nassschleudermühle von Hagemann & Comp., Fig. 94, 95 . 181
Presse von Seiler & Emig, Fig. 96 183
Auflösungsverfahren v. Kellner, Fig. 97, 98 . . . . 183—184
Zerfaserer von Ph. Dietz, Fig. 99 184
Cellulose-Sortier-Maschine, Fig. 100, 101 186
Lochmaschinen 187
Bleiche im Holländer 189
Bleichholländer von E. Nacke, Fig. 102. 103 190
Elektrische Bleiche von E. Hermite 193
Apparate v. Paterson & Cooper 194
Schematische Figur des elektrischen Bleichprozesses, Fig. 104 196
Fertigstellung durch Kollergänge 197
„Quirl" von Kleine & Kirchner, Fig. 105 198
Anwendung eines Raffineur's, sowie Centrifuge 200
Harz im Zellstoff 200

VI. Kapitel.

Schädliche Abwässer, deren Reinigung, Luftverunreinigung, Vorsichtsmassregeln, gesetzliche Vorschriften. 200

Nachteilige Wirkungen der Abwässer, Analysen derselben, Schutzvorkehrungen u. s. w. 201
Reinigung durch Kalk, Ferrit, Aluminat 204
Verdampfen der Laugen . . . 205
Futterwert der Laugen . . . 205
Wiedergewinnung der SO_2 nach Dr. Frank 207

Seite

Einführung des Frank'schen Verfahrens in Aschaffenburg 208
Berieseln der Wiesen und Felder mit gereinigter Lauge . . . 209
Lauge, zur Darstellung von Viehfutter nach Voigt 210
Destillationsprodukte aus Zellstoff-Kochlaugen 210
Apparat von Kumpfmiller & Schultgen, Fig. 106 211
Nutzbarmachung d. Ablaugen, diverse . . . . . . 212—216
Untersuchung v. verunreinigtem Flusswasser 217
Behördliche Vorschriften . . 220
Verunreinigung durch Kiesrückstände 220
Luftverunreinigung durch Cellulosefabriken 220
Behördliche Genehmigungsbedingungen zur Anlage einer Natron-Cellulosefabrik . . . 222
Praktische Ausführung dieser Bedingungen, Fig. 107 . . . 225
Genehmigungsbedingungen für eine Sulfitcellulosefabrik . . 227

VII. Kapitel.

Anlage von Cellulosefabriken.

Wahl des Ortes, Frachtumsatz u. s. w. 228
Fabrikationswasser 230

VIII. Kapitel.

Vergleichung der verschiedenen Cellulosesorten untereinander und mit Lumpenfasern.

Tabelle zur Vergleichung verschiedener Verfahren . . . 233
Verwendung der Cellulose zu Normalpapieren 234
Dehnungsmangel 235
Aschengehalt der Cellulose . . 237
Schlussbemerkungen 238

I. Cellulose.

Die Cellulose oder der Zelltoff ist einer der wichtigsten und in der Natur weitverbreitetsten Körper, der seit Jahrtausenden durch die Thätigkeit der Pflanzen erzeugt, durch Erdrevolutionen in Gestalt von Kohle, allerdings verändert, aufbewahrt und durch die jetzige Pflanzenwelt fortgesetzt erneuert wird. Im Hinblick auf die unendliche Verschiedenartigkeit dieser Erzeuger ist es erklärlich, dass auch der Zellstoff in mechanischer und chemischer Hinsicht grosse Unterschiede zeigt, dass also der Name „Zellstoff“ eigentlich nur ein Gattungsbegriff ist, und man zur näheren Bezeichnung jedesmal den Ursprung beizufügen hätte, wie schon früher von verschiedenen Seiten vorgeschlagen wurde. Da aber für die Praxis nur wenige Arten von Zellstoff in Frage kommen, und zwar hauptsächlich Holz-, Stroh-, Esparto-, ausserdem speziell dies Buch nur den wichtigsten, den Holzzellstoff behandeln soll, so wird die Bezeichnung Zellstoff hier genügen und keine Zweifel entstehen, wenn in der Folge der gleichbedeutende, fast noch mehr eingeführte Ausdruck „Cellulose“ gebraucht wird; es ist stets Holzzellstoff darunter zu verstehen. Der Ausdruck „Cellulose“ wurde zuerst von Tessié du Motay gebraucht.

Bekanntlich ist die Pflanzenfaser in der Natur aber mit Ausnahme der Baumwolle fast nie freiliegend zu finden, sondern von den verschiedensten, leichter oder schwerer löslichen inkrustierenden Bestandteilen umgeben. Eine mechanische Zerkleinerung des Holzes beseitigt dieselben nicht, liefert im „Holzschliff“ wohl ein Fabrikat, welches seiner Billigkeit wegen der Papierfabrikation grossen Nutzen gebracht hat, da es die Massenerzeugung der geringwertigen Zeitungspapiere erst ermöglichte, aber die kurze Beschaffenheit des geschliffenen Holzstoffes, seine Steifheit, schwere Verfilzungsfähigkeit und der Widerstand gegen das Bleichen, konnten ihn zu keinem Ersatz für die Lumpenfaser

machen. Erst nachdem es gelungen ist, die Holzfaser auf chemischem Wege und zwar in [illegible] verhältnismässig völlig von ihrer Umhüllung zu befreien, hat man ein Surrogat erhalten, welches imstande war, die in dem Vorwort erwähnte Umwälzung in der Papierfabrikation herbeizuführen, da es eine ausserordentlich mannigfaltige Verwendung zuliess und die Lumpenfaser in der That in vielen Fällen zu ersetzen vermag. Wie bei allen wichtigen Erfindungen, hat es eine geraume Zeit gewährt, ehe die seit dem Jahre 18[illegible] unternommenen Versuche, die Pflanzenfaser freizulegen, zu den praktischen Resultaten führten, welche sich jetzt die Technik in grossartigem Maassstabe zu Nutzen gemacht hat. Auf verschiedenen Wegen gelangten nach und nach, die Methode des Verfahrens wiederholt verbessernd, eine grössere Anzahl von Männern dahin, die Cellulose herzustellen, und zwar haben sich schliesslich, je nach der Herstellungsmethode, einige grössere Gruppen herausgebildet, welche nach Faserstärke, Festigkeit, Reinheit, Biegsamkeit und Weichheit verschiedene Cellulosen gewinnen, was aber für den Papierfabrikanten nur von Vorteil ist, da die Ansprüche an das Papier ebenfalls variieren und der Fabrikant sich die einzelnen passenden Sorten wählen oder auch mehrere gemischt verarbeiten kann.

Trotz der verschiedenen Methoden und Abzweigungen in den Einzelheiten der Darstellung ist jedoch bis heute die Cellulosefabrikation noch nicht bis zu einem Abschlusse des Entwickelungsstadiums gekommen, denn ganz neuerdings tritt die Elektrizität, die man das Szepter unseres letzten Jahrhunderts nennen könnte, mit in die Schranken, um durch ihre zersetzende Kraft manchen Chemikalien gegenüber an der Auflösung der inkrustierenden Faserbestandteile mitzuwirken.

Inwieweit sich diese Methode in der Praxis bewähren und ob sie vielleicht sogar eine Umwälzung herbeiführen wird, lässt sich heute noch nicht beurteilen.

Ein Bild von dem Entwickelungsgange der für die Papierfabrikation so wichtigen Erfindung der Cellulosegewinnung erhält man am besten durch nachstehende chronologische Aufzählung derjenigen Männer, welche teils Entdecker neuer Methoden sind oder sich durch Verbesserungen und Einführung von praktischen Apparaten u. s. w. verdient gemacht haben. In der Tabelle ist neben jedem Namen ganz kurz, soweit dies dem Verfasser möglich war festzustellen, das Aufschliessungsmittel angegeben, wodurch sich das Verfahren kennzeichnet.

Jahr	Name	Aufschliessungsmittel	Verfahren
1840	Payen	Salpetersäure	Säureverfahren
1852	Coupier & Mellier	Natron	Natronverfahren
1853	Watt & Burgess	Alkalien	"
1855	Juillon	Alkalische Basen	"
1857	Houghton	Alkalien	"
1861	Barre & Blondel	Wässrige Säuren	Säureverfahren
1864	Bachet & Machard	Chlorwasserstoffsäure	"
1866	Tilghmann	Schwefligs. Kalk gelöst in SO_2	"
1866	Ekman	Magnesiumsulfit	Sulfitverfahren
1867	Fry	Wasser von hoher Temperatur	
1870	Dresel	Natron	Natronverfahren
1871	R. Mitscherlich	Schweflige Säure	Sulfitverfahren
1872	Ungerer	Natron	Natronverfahren
1872	Ritter-Kellner	Schweflige Säure	Sulfitverfahren
1873	Römer in Nettingsdorf	Salpetersäure auf kaltem Wege	Säureverfahren
?	Orioli	Königswasser	"
1880	Cross	Wasser mit neutralen Sulfiten	Sulfitverfahren
1881	Francke	Schweflige Säure	"
1882	Pictet	Wässrige Lösung von SO_2	"
1882	Graham	Schweflige Säure	"
?	Flodquist	" "	"
1883	Blitz	Alkalien und Sulfite (Amonium-Vanadinat)	
1883	Dahl	Sulfat	Natronverfahren
1885	Kellner	Elektrizität	Elektrisches Verf.
1890	Lifschütz	Salpeterschwefelsäure	Säureverfahren

Aus der letzten Rubrik dieser Tabelle ist nun ersichtlich, dass sich vier Hauptmethoden unterscheiden lassen, nach denen die inkrustierenden Bestandteile aufgelöst werden können, nämlich

1. das Säureverfahren,
2. „ Natronverfahren,
3. „ Sulfitverfahren,
4. „ Elektrische Verfahren.

Hiervon kommt das erste, das Säureverfahren, für die Praxis nicht mehr in betracht, da es jetzt nur theoretischen und historischen Wert hat. Ausser der oben erwähnten Salpetersäure wurden noch Salpetersalzsäure, Salzsäure und Schwefelsäure von verschiedenen zum Zwecke der Cellulosefabrikation

benutzt, wegen mancherlei Übelständen aber aufgegeben, nachdem die anderen Methoden sich als praktischer erwiesen hatten.

Diese drei anderen Verfahren haben, von allgemeinem Standpunkte aus betrachtet, jedoch alle das gemein, dass zerkleinertes Holz in einem Kocher mit einer Lauge unter Dampfdruck und durch Auswaschen und Zerkleinern die Cellulose gewonnen wird. Die Details sind natürlich sehr verschieden, manche Arbeiten aber, besonders die Anfangs- und Endmanipulationen, bei sämtlichen Verfahren gleich. Daher sollen in dieser Abhandlung, die hauptsächlich der Praxis zu dienen bestimmt ist, die Verfahren nicht einzeln durchgenommen werden, da dann vieles wiederholt werden müsste; sondern es soll die ganze Cellulosefabrikation nach der Reihenfolge der einzelnen Phasen beschrieben werden, wobei selbstredend die Abzweigungen, welche die erwähnten Systeme ergeben, zu berücksichtigen sind.

II. Holz und Holzbearbeitung.

Es ist jedenfalls schon versucht worden, Cellulose aus allen möglichen, billig zu erlangenden Holzarten herzustellen, aus Laub- sowie aus Nadelholz, aber im allgemeinen hat sich doch das Holz der Fichten und Tannen als dasjenige erwiesen, welches die längste und schönste Cellulosefaser ergiebt, obgleich auch diese Hölzer je nach ihrem früheren Standort, schnellerem oder langsamerem Wachstum wieder Unterschiede in der Qualität der daraus gewonnenen Faser erkennen lassen. Fichtenholzzellen haben eine Länge bis zu 9 mm, während die Laubhölzer eine viel kürzere Faser ergeben, z. B. Pappelholz nur 0,4 mm. Die Menge der aus verschiedenen Holzarten zu gewinnenden Cellulose lässt sich aus folgender Tabelle nach R. B. Griffin und A. D. Little erkennen:

Holzarten	Zucker, Gummi u. s. w. in Wasser löslich	Fette, Harze u. s. w. in Äther und Alkohol lösl.	Zellstoff.	Inkrusten und zusammenklebende Stoffe.	Ergebnisse von ungebleichtem Faserstoff durch das Sulfitverfahren
Tanne	2,81	2,73	66,32	28,14	50,75
Pappel	4,80	1,85	80,35	13,00	55,18
Birke	2,14	0,93	82,99	13,94	42,80
Gelbe Birke	1,88	0,97	82,30	14,79	53,80

Für die Natron-Cellulose ist die nachstehende Tabelle sehr interessant, welche die Ausbeute von je einem Raummeter der verschiedensten Holzsorten an Cellulose ergiebt; man sieht daraus zugleich den Verlust durch Schälen und Putzen:

Frisch gefällte Holzart	1 Raummeter wiegt	Verlust durch Schälen und Putzen	Verlust durch Trocknen bei 100° C.	1 R. M. geschält und getrocknet wiegt	Ausbeute an Cellulose	Ausbeute an Cellulose
	Kilo	Kilo	Kilo	Kilo	Kilo	%
Fichte (pinus Pioca)	617,5	80	230	307,5	108,2	35
Tanne (pinus abies)	566	136	191,7	238,3	88,2	37
Weissföhre (pinus Silvestris)	697,5	170	252,2	275,3	105,7	38
Schwarzföhre (pin. Austriaca)	707,5	147	285,6	274,9	89	34
Lärche (pin larix.)	597,5	90	160,37	347,13	116,8	33
Legföhre (p. pumilio)	449,3	55,1	124,8	269,4	99,81	37
Rotbuche (Tagus silvatica)	865	70	327,54	467,46	139,8	30
Weissbirke (Bet. alba)	623,5	111,5	215,04	296,96	85,6	29
Aspe (Populus tremula)	695	135	227,36	332,64	108,42	32
Pappel (Populus alba)	650	175	226,5	248,5	88,14	35
Vogelbeere (Sorb. auc.)	725,5	131,5	269,67	324,33	100,6	31
Elsbeere (Sorbus Tominalis)	756,5	166,5	224,2	365,8	103,96	28
Sahlweide (Salix capre)	572,5	80,5	241	251	85,7	34
Bruchweide (Sal. frag.)	583,5	111	181,4	291,1	104,8	36
Esche (Traxin. excels.)	593,5	91	100,1	402,4	103,95	26
Erle (Almes glutinosa)	516,5	97,5	181	238	81,3	34

Das Endergebnis vorstehender Untersuchungen zeigt, dass die Ausbeute an Cellulose in Prozenten ausgedrückt bei den verschiedensten Pflanzenarten eigentlich gar nicht sehr verschieden ist, nur dass im allgemeinen die Nadelhölzer einen etwas grösseren Ertrag an Cellulose ergeben. Da ausserdem auch die Qualität der Cellulose aus Nadelhölzern eine bessere und das Auftreten derselben massenhafter ist, auch der Preis sich billiger stellt, so kommen für die Praxis hauptsächlich nur diese Arten in Frage.

Die Kiefer, am meisten verbreitet, in manchen Gegenden billig zu erlangen, wird ihres grösseren Harzgehaltes wegen fast nicht zu Cellulose verarbeitet, obgleich sie unter gewissen Umständen ein ganz gutes, brauchbares Fabrikat ergiebt, wie z. B. Herr Dresel in Dalbke durch sein Verfahren bewiesen hat. Nachdem die Cellulosefabrikation eine so grosse, unerwartete

Ausdehnung gewonnen hat, liegt besonders auch im Hinblick auf die Herstellung der grossen Mengen Holzschliff der Gedanke nahe, ob nicht unsere Wälder durch diese Industrie bald erschöpft sein, und dann die Übelstände eintreten werden, welche bekanntlich die unvermeidlichen Folgen der unrationellen Abforstung sind. Hierauf geben folgende Zahlen und Darlegungen eine, glücklicherweise beruhigende Antwort, welche einem Vortrag des Dr. Frank entnommen sind, der in der „Papier-Zeitung", Jahrgang 1888 Nr. 27 abgedruckt ist:

„In Deutschland bestehen jetzt circa 60 Cellulosefabriken, welche täglich etwa 2000 Festmeter, entsprecheud 3000 Raummeter Holz zu Zellstoff verarbeiten und damit einen Jahresumsatz von etwa 30 Millionen Mark bewirken, von dem ungefähr 10 Millionen der Forstkasse zufliessen. Das obige Tagesquantum von 2000 Festmeter erfordert die Abholzung einer Waldfläche von 6—8 ha. Nach dem von kompetenter Seite gegebenen Auskünften kann man für Deutschland bei 60jährigem Umtriebe die mittlere Jahresausnutzung an Derbholz bei Kiefern auf 3,1 fm, bei Fichten auf 4,9 fm annehmen, so dass für den 600000 fm betragenden Jahresbedarf unseren Zellstofffabriken der regelmässige Ertrag einer Waldfläche von 150,000 bis 160,000 ha voll in Anspruch genommen wird. Da für Zellstoff Fichtenholz besonders geeignet ist, so sind die Preise dieses Holzes, welches früher wegen seiner geringen Qualifikation für Nutzholz hinter denen des Kiefernholzes zurückstanden, rasch gestiegen und die umsichtige preussische Forstverwaltung hat diesem Umstande bereits durch vermehrte Anflanzung der schnellwüchsigen Fichte derart Rechnung getragen, dass zur Zeit von dem im Staatsbesitz befindlichen 274416 ha Fichtenwald

auf	100jährige	Bestände	8308	ha
„	81—100	„	17727	„
„	61— 80	„	30752	„
„	41— 60	„	48413	„
„	21— 40	„	65616	„
und „	1— 20	„	92675	„

enthalten. Die so erhöhte Kultur der Fichte, welcher auch die im Privatbesitz stehenden Forsten folgen werden, ist um so wichtiger, als wir bei der Zellstofffabrikation mit der Konkurrenz anderer Länder rechnen müssen, welche das Holzmaterial bedeutend billiger haben als wir; in Europa sind dies namentlich Schweden und die russischen Ostseeprovinzen, beide für Export

sehr günstig gelegene Länder, und in Amerika tritt Kanada mit gleichen Vorzügen jetzt in Mittbewerb. — Deutschland ist jetzt schon ein ziemlich waldreiches Land, da von seiner etwa 54 Millionen ha betragenden Gesamtfläche etwa 13,900,000 ha = 25,7 % Forst sind. Von der geographischen Verteilung des Waldes giebt die kürzlich erschienene Forstkarte in Preussen, welche das vom Ministerium für Landwirtschaft ressortierende Forsteinrichtungsbureau mit grosser Sorgfalt bearbeitet hat, ein Bild, welches auch für das gesamte Deutsche Reich typisch ist, obwohl im Königreich Preussen nur 23,39 % der Gesamtbodenfläche bewaldet sind.

Wie aus nachstehender Tabelle ersichtlich, sind von der rund 13900000 ha betragenden Waldfläche Deutschlands etwa $^2/_3$, d. h. über 9 Millionen ha mit Nadelhölzern bestanden, welche sich wieder mit etwa 6 Millionen ha auf Kiefern und 3 Millionen ha auf Fichten verteilen. Die hervorragende Verwendbarkeit der Nadelhölzer für die Zellstofffabrikation gewinnt aber noch durch den Umstand einen besonderen Wert, dass dieselben zu dem in Bezug auf Boden und Klima bescheidensten Bäumen gehören. In erster Linie ist die Kiefer der Baum unseres armen, norddeutschen Sandbodens; die Fichte ist schon etwas anspruchsvoller; sie verlangt bei ihrer flachen Bewurzelung einen etwas reicheren Boden und namentlich günstige klimatische Verhältnisse in Bezug auf Feuchtigkeit und Temperatur, aber sie krönt doch einen grossen Teil unserer deutschen Gebirge und zieht bis in die nördlichen preussischen Provinzen in dichten Beständen hinauf. Entsprechend ihrer höheren Anforderungen an den Boden ist die Fichte aber auch schnellwüchsiger als die Kiefer, d. h. sie produziert in dem gleichen Zeitraum eine grössere Menge von Holz. Kann die Kiefer auf Boden mittlerer Klasse bei 60jährigem Umtrieb und Vollbestand einen jährlichen Ertrag von 4,4 Festmeter und bei 80jährigem Umtrieb von 4;64 Festmeter Derbholz pro ha liefern, so stellt sich dagegen der Ertrag der Fichte in Mittel der II. und III. Klasse und Vollbestand bei nur 60jährigem Umtriebe auf 7 Festmeter Derbholz pro ha und Jahr. Da nun ein Festmeter Fichtenholz ungefähr 450 Kilo wiegt, so entsprechen obige 7 Festmeter 3150 Kilo reiner Holzmasse und da 6 Festmeter Fichtenholz circa 1000 Kilo reinen Zellstoff ergeben, so würde der Jahresertrag der Fichte pro ha 1166 Kilo daraus zu gewinnender Cellulose entsprechen.

Statistik der Forsten und Holzungen des Deutschen Reichs.

Bearbeitet vom Kaiserlichen Statistischen Amt 1883.

Staaten und Landesteile	Im Jahre 1883 waren bestanden mit					Von je 100 ha der gesamten Forstfläche entfielen auf				
	Laubholz überhaupt	darunter Buchen	Nadelholz überhaupt	darunter		Laubholz überhaupt	Buchen	Nadelholz überhaupt	Kiefern	Fichten und Tannen
				Kiefern (Föhren)	Fichten und Tannen					
	Hektar	Hektar	Hektar	Hektar	Hektar					
Prov. Ostpreussen	135333	26083	526734	305822	220499	20,4	3,9	79,6	46,2	33,3
„ Westpreussen . . .	73022	39113	461826	444489	17246	13,7	7,3	86,3	83,1	3,2
„ Brandenburg-Berlin	96866	29354	1197828	1172656	25107	7,5	2,3	92,5	90,6	1,9
„ Pommern	165528	73706	429301	397162	31913	27,8	12,4	72,2	66,8	5,4
„ Posen	72099	6327	511810	500687	10634	12,3	1,1	87,7	85,8	1,8
„ Schlesien	156332	14945	1000509	810944	187114	13,5	1,3	86,5	70,8	16,2
„ Sachsen	1567[illegible]8	58681	539702	294880	62453	3[illegible],4	11,4	69,6	57,1	12,1
„ Schleswig-Holstein.	87379	53105	32315	15539	16441	73,0	44,4	27,0	13,0	13,7
„ Hannover	256452	1312[illegible]8	363709	257225	104376	41,4	21,2	58,6	41,5	16,8
„ Westfalen	416107	157268	150037	70014	77047	73,5	27,8	26,5	12,4	13,6
„ Hessen-Nassau . . .	454932	304406	172592	97472	71592	72,5	48,5	27,5	15,5	11,4
„ Rheinland	657156	212362	173700	93427	76255	79,1	25,6	20,9	11,2	9,2
„ Hohenzollern	16870	14169	21263	3459	17507	44,2	37,2	55,8	9,2	45,9
Königreich **Preussen** . . .	**2744824**	**1120807**	**5401836**	**4463812**	**918184**	**33,7**	**13,8**	**66,8**	**54,8**	**11,8**

Staaten und Landesteile.	Im Jahre 1883 waren bestanden mit					Von je 100 ha der gesamten Forstfläche entfielen daher auf				
	Laubholz überhaupt	darunter Buchen	Nadelholz überhaupt	darunter Kiefern (Föhren)	darunter Fichten und Tannen	Laubholz überhaupt	Buchen	Nadelholz überhaupt	Kiefern	Fichten und Tannen
	Hektar	Hektar	Hektar	Hektar	Hektar					
Die drei Regierungs-Bezirke Franken . . .	287892	119662	517299	302952	210353	35,8	14,9	64,2	37,6	26,1
Übriges Bayern rechts vom Rhein	170471	51411	1297648	340522	916784	11,6	3,5	88,4	23,2	64,4
Bayern links vom Rhein	128210	70458	103212	91176	10432	55,4	30,4	44,6	39,1	4,5
Königreich **Bayern** . .	**586578**	**241531**	**1918159**	**734650**	**1166969**	**23,4**	**9,6**	**76,6**	**29,8**	**46,6**
Königreich Sachsen . .	59887	9760	349133	127435	220620	14,7	2,4	85,3	31,1	53,9
Königreich Württemberg	250694	134631	349282	53992	295168	41,8	22,5	58,2	9,0	49,2
Baden	300644	133424	252122	70053	180235	54,4	24,1	45,6	12,7	32,6
Hessen	145759	98162	94915	82469	11601	60,6	40,8	39,4	34,3	4,8
Mecklenburg-Schwerin .	86233	40455	140330	123215	15606	38,1	17,9	61,0	54,4	6,9
Sachsen-Weimar . . .	35853	18024	57335	33719	23392	38,5	19,3	61,5	36,2	25,1
Mecklenburg-Strelitz . .	21597	11610	39514	38055	1126	35,3	19,0	64,3	62,3	1,8
Oldenburg	35029	11290	23872	21007	2564	59,5	19,2	40,5	35,7	4,3
Braunschweig	70303	53214	39592	7825	31518	64,0	48,4	36,0	7,1	28,7
Sachsen-Meiningen . . .	25273	11580	78079	29263	48267	24,5	11,2	75,5	28,3	46,7
Sachsen-Altenburg . . .	6050	921	30602	21199	9386	16,5	2,5	83,5	57,8	25,6

Staaten und Landesteile	Im Jahre 1883 waren bestanden mit					Von je 100 ha der gesamten Forstfläche entfielen daher auf				
	Laubholz überhaupt	darunter Buchen	Nadelholz überhaupt	darunter Kiefern (Föhren)	darunter Fichten und Tannen	Laubholz überhaupt	Buchen	Nadelholz überhaupt	Kiefern	Fichten und Tannen
	Hektar	Hektar	Hektar	Hektar	Hektar					
Sachsen-Koburg-Gotha .	16026	7490	42707	8490	32379	27,3	12,7	72,7	14,5	55,1
Anhalt	17342	3644	37649	31879	5669	31,5	6,6	68,5	58,0	10,3
Schwarzbg.-Sondershaus.	17711	7987	14267	3454	10802	45,1	30,8	54,9	13,3	41,6
Schwarzburg-Rudolstadt.	7240	2773	34107	10725	23193	17,5	6,7	82,5	25,9	56,1
Waldeck	32951	28021	9780	3228	5965	77,1	65,6	22,9	7,5	14,0
Reuss ältere Linie . . .	189	42	11214	5016	6198	1,7	0,4	98,3	44,0	54,3
Reuss jüngere Linie . .	1354	382	29744	4251	25449	4,4	1,2	95,6	13,7	81,8
Schaumburg-Lippe	6277	2216	1414	431	924	81,6	28,8	18,4	5,6	12,0
Lippe	27587	20331	6483	2360	3880	81,0	59,7	19,0	6,9	11,4
Lübeck	2877	48	1057	800	251	73,1	26,7	26,9	20,3	6,4
Bremen	228	30	—	—	—	100,0	13,1	—	—	—
Hamburg	834	250	619	420	198	57,4	17,2	42,6	28,9	13,6
Elsass-Lothringen . . .	306620	83507	137225	43764	93391	69,1	18,8	30,9	9,9	21,0
Deutsches Reich . . .	**4800055**	**2048182**	**9100557**	**5921516**	**3182985**	**34,5**	**14,7**	**65,5**	**42,6**	**22,6**

Gesamtfläche des Deutschen Reiches 54052184 ha: davon Wald 13908398 ha = 25,7%; Acker 26312000 = 48,7%.

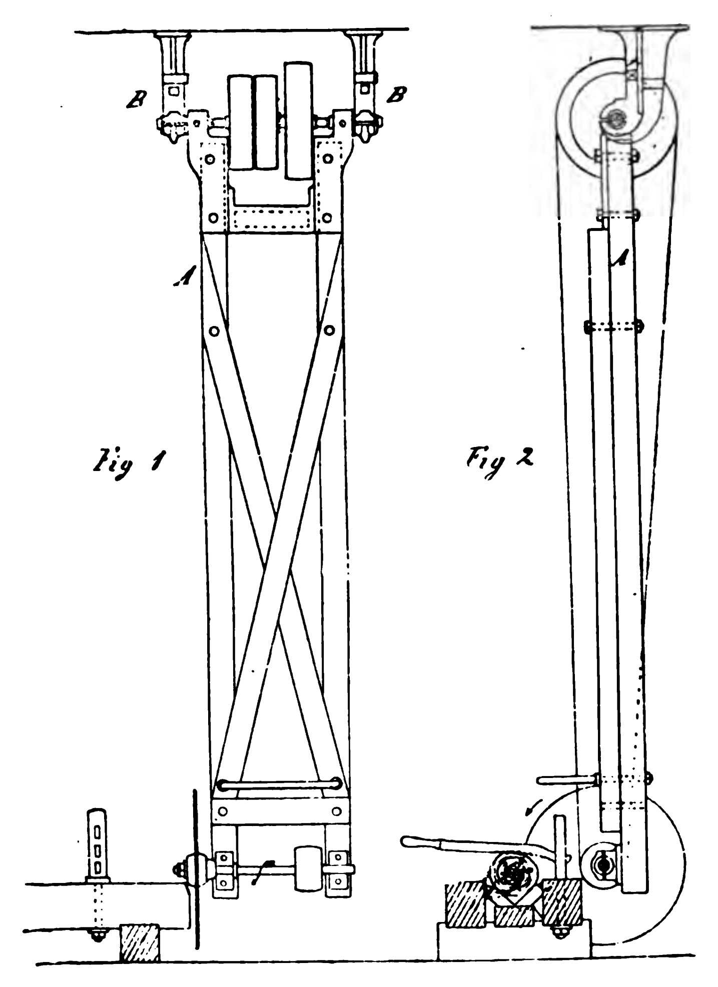
Aus diesen Darstellungen ist nun deutlich ersichtlich, dass bei rationeller Forstwirtschaft, wie sie in Deutschland überall zu finden, die lebenspendende Sonne durch ihre Licht- und Wärmestrahlung imstande ist, den Pflanzen- resp. Baumwuchs so zu fördern, dass ein grosser Teil davon ohne Nachteil zu Cellulose und später zu Papier verarbeitet werden kann, welches dann wieder dazu bestimmt ist, das Licht des Geistes und der Bildung in alle Volksschichten zu tragen.

Jede einzelne Cellulosefabrik wird nun darauf zu sehen haben, dass sie das ihr am besten zusagende, am leichtesten ohne zu grosse Fracht zu erlangende und infolgedessen billigste Holz sich verschafft. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass möglichst frisch geschlagenes Holz sich am leichtesten verarbeitet und die beste Cellulose ergiebt, dass es aber andererseits schwerer wiegt und durch die Frachterhöhung teurer wird. Es empfiehlt sich demnach schon bei Eingang der Hölzer in die Fabrik sie nach dieser Gattung hin etwas zu sortieren und getrennt von älteren, d. h. trockenen, aufzustapeln. Bei den trockenen, welche besonders längere Zeit im Walde gelegen haben, ist besonders zu beachten, dass sie nicht kernfaul sind, da solches teilweise rötlich gewordene Holz nur eine geringwertige Cellulose giebt. Jedenfalls müssen beim späteren Zerschneiden der Stämme die einzelnen Stücken, welche eine Veränderung der weissen Holzfarbe zeigen, zurückgelegt, als Brennholz verwendet, oder höchstens, wenn sich genug angesammelt, als sogenannte dritte Sorte Cellulose verarbeitet werden.

Holzbearbeitung. — Das Holz zur Cellulosefabrikation muss zunächst geschält werden und zwar geschieht dies entweder durch Handarbeit, mit Hilfe des Schnitzmessers, oder durch eine Rindenschälmaschine, oder auch auf beide Arten nacheinander.

Verarbeitet man stärkeres Holz, und soll durch die Maschine die Entrindung vorgenommen werden, ist es nötig die Stämme zunächst durch eine, wie ein Pendel schwingende Blocksäge in Stücken von circa 60 Centimeter Länge zu zerschneiden. In Figur 1 und 2 ist eine derartige praktische Säge abgebildet: Ein Holzrahmen A, dessen Länge sich nach der Höhe des Lokales richtet, hat am oberen Ende zwei Zapfen, welche in zwei Hängelagern B B ruhen. Im unteren Ende des schwingenden Rahmens ist eine kurze Welle gelagert, auf

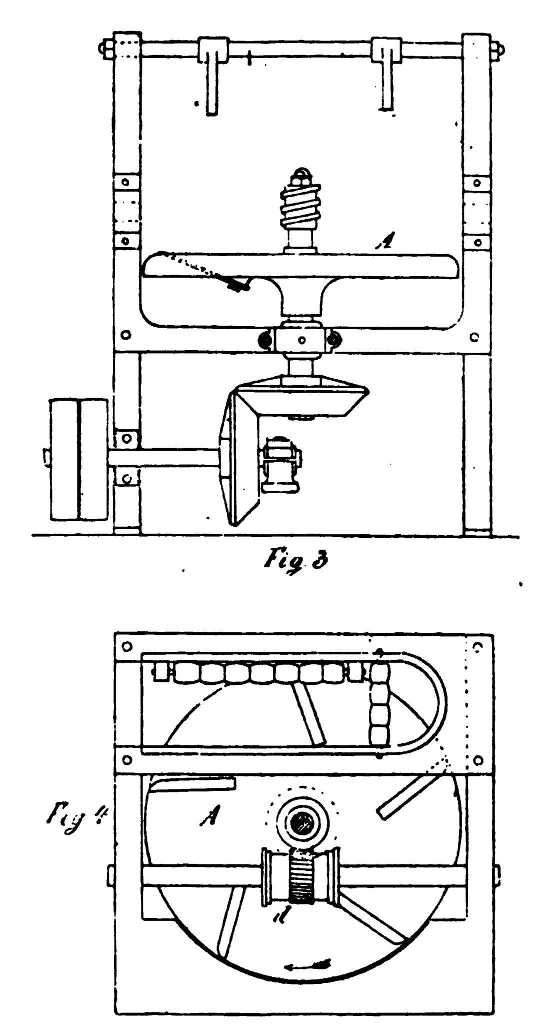
welcher an der linken Seite das circa 860 mm im Durchmesser habende Kreis-Sägeblatt sitzt, das durch Übersetzung eine Geschwindigkeit von ungefähr 900 Umdrehungen pro Minute erhält. Vor und seitlich der Kreissäge befindet sich ein mit Gleitrollen versehenes Holzgestell, auf welches der Stamm gelegt und leicht vor das Sägeblatt geschoben werden kann.



Blocksäge.

Mit der rechten Hand drückt der Arbeiter einen gezähnten Hebel auf den Stamm, um denselben festzuhalten, und mit der linken Hand zieht er durch einen Handgriff den Rahmen mit der rotierenden Säge gegen den Stamm, wodurch derselbe sehr schnell durchschnitten wird. Das eigene Gewicht bringt den

Rahmen sofort wieder in die vertikale Lage, der zweite Arbeiter schiebt den Stamm wieder vor und das Durchschneiden wiederholt sich. Hierbei bemerkt man an den Schnittflächen leicht, ob das Holz teilweise frisch oder teilweise kernfaul ist und beseitigt,



Rindenschälmaschine.

wie früher angegeben, die schlechten Stücke. Mit grosser Schnelligkeit erfolgt nun auf der Rindenschälmaschine, von welcher Fig. 3, 4 und 5 eine praktische Konstruktion zeigt, die Befreiung der Hölzer von der Rinde: In einem gusseisernen Gestell ist der Hauptteil, eine 830 mm im Durchmesser habende, auf einer

vertikalen Welle sitzende und sich 330 mal in der Minute horizontal drehende Scheibe A gelagert. Diese Scheibe hat in der Nähe des Umfanges fünf Schlitze, wie in Fig. 4 ersichtlich, durch welche von unten schräg verstellbare Messer gesteckt werden, die nur einige Millimeter über der Scheibe hervorstehen und bei der schnellen Drehung derselben die Rinde des aufgelegten Klotzes c, der durch den Hebel b angedrückt wird, in langen Spähnen abschält. Da der Klotz ausserdem noch durch eine gezähnte Welle d in Umdrehung versetzt wird, so erfolgt das Schälen gleichmässig am ganzen Umfange. Wenn nun alle Klötze genau cylindrisch wären, so würde die Bearbeitung auf die beschriebene Weise genügen, da aber manche

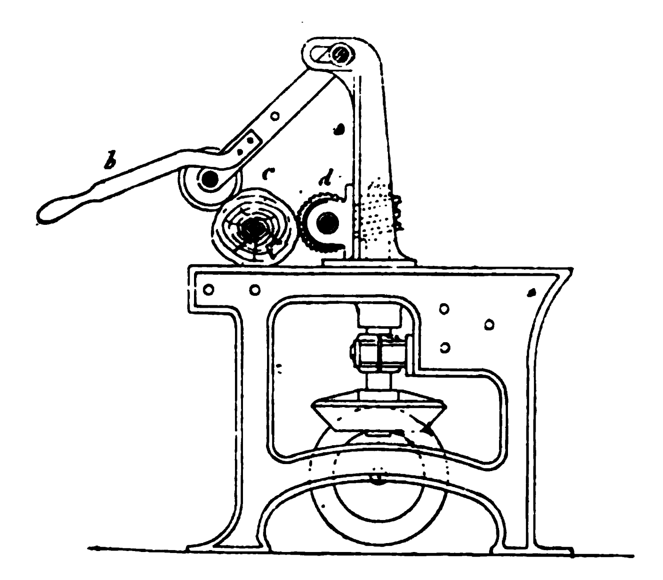


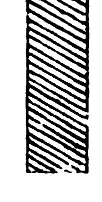
Fig. 5. Rindenschälmaschine.

Stücken krumm sind und oft Auswüchse oder Vertiefungen haben, es auch notwendig ist, dass nicht nur die braune Rinde, sondern auch der darunter liegende weisse Bast entfernt wird, so ist es zur Gewinnung einer guten Cellulose auch notwendig, dass ein Nachputzen mit dem Beil oder Schnitzmesser auf einer gewöhnlichen Schnitzbank erfolgt. Genaue Versuche des Verfassers mit abgewogenem und möglichst gleichstarkem Holze haben folgende Endresultate ergeben: Wird das Holz auf der Maschine geschält und mit der Hand nachgeputzt, kosten zehn Festmtr. ungefähr 5,5 Mark Arbeitslohn, während 10 Mark

auszugeben sind, wenn es nur mit der Hand geschält wird. In letzterem Falle ist zwar der Schälverlust um 1,4% geringer, aber trotzdem empfiehlt es sich noch sehr, die Maschine zu benutzen, da dadurch viel Zeit und Geld gespart wird.

An Stelle der vorhin beschriebenen Schälmaschine kann auch eine sogenannte doppelte benutzt werden, auf der man gleichzeitig zwei Klötze bearbeiten kann, oder auch eine solche mit vertikal rotierender Scheibe. Der Schälraum befindet sich in der Regel in einem Parterrelokal der Fabrik. Durch einen Aufzug oder Elevator werden nun die geschälten Klötze zur weiteren Zerkleinerung nach einem höher gelegenen Raum befördert. Manche Fabrikanten lassen nun zunächst die Äste ausbohren, da dieselben beim Kochen nicht weich werden, keine Cellulose ergeben und auch die den Ästen zunächst liegenden Faserteile in der Regel hart, wenigstens gelb bleiben: Vollständig sind sie aber auch durch Ausbohren nicht zu beseitigen, so dass es sich empfiehlt, sie erst später zu entfernen. Die zur besseren Einwirkung der Lauge bei dem späteren Kochen notwendige Zerkleinerung des Holzes kann jetzt entweder durch Kreissägen geschehen, welche die Klötzer in 25 bis 30 mm starke Scheiben schneiden, oder durch eine Hack- oder Schlagmaschine. Im ersten Fall werden in der Regel je nach der Grösse des Betriebes eine grössere Anzahl von gewöhnlichen, einfachen Kreissägen oder solche mit mehreren Sägeblättern nebeneinander benutzt. Da die Arbeit der Zuführung mit der Hand gemacht werden muss, und leicht Verletzungen der dabei Beschäftigten eintreten können, ist es notwendig, möglichst Sicherungsvorrichtungen, besonders auch Hauben über den Sägen anzubringen. Damit die Arbeiter, welche das Zerschneiden grösstenteils im Akkord besorgen, die Scheiben nicht stärker als vorgeschrieben herstellen, ist es vorteilhaft, einen kleinen eisernen Winkel auf dem Tisch vor der Säge zu befestigen, der 25 bis 30 mm seitlich von dem Sägeblatt absteht, und als Anschlag dient. Je kürzer der Klotz durch das Abschneiden wird, desto mehr steigt die Gefahr für den Arbeiter, sich zu verletzen, wenn er den Klotz mit der Hand allein der Säge zuführt und derselben entgegendrückt. Ein einfaches Mittel bringt hier Abhülfe: Wenn nämlich der Mann ein kurzes Holz mit einem Handgriff, an dessen einem Ende sich mehrere Stahlspitzen befinden, benutzt, die Spitzen jedesmal in die Stirnseite des zu schneidenden Holzklotzes

schlägt, so kann er den Klotz leicht führen und die Gefahr einer Verletzung ist fast ausgeschlossen. Untenstehende Fig. 6 zeigt die Anwendung dieses einfachen Mittels. — Sehr wichtig ist es, bei der Benutzung von Kreissägen darauf zu sehen, dass die Sägeblätter möglichst dünn und die Schränkung (seitliche Ausbiegung der einzelnen Zähne nach rechts und links) nur so gross ist, dass die Säge sich beim Schneiden nicht klemmt. Der Abfall von Sägespähnen ist nämlich auch bei Beobachtung der angegebenen Vorsicht schon verhältnismässig sehr gross, und kann sonst leicht noch bedeutend wachsen. Wenn nämlich Scheiben von 25 bis 30 mm Stärke geschnitten werden sollen, so sind in jedem Stamm von 1 m Länge wenigstens 33 Schnitte zu machen und wenn für jeden derselben nur 4 mm Verlust angenommen wird, ergiebt dies pr. 1 m = 132 mm oder 13%. Obgleich diese Spähne sehr rein aussehen, so enthalten sie doch viele kleine, mit zerschnittene Astteile, die braune Punkte in der Cellulose ergeben, wenn die Spähne mit verarbeitet werden sollen. Werden keine zu hohe Anforderungen an das Fabrikat gestellt, so kann man die Sägespähne ganz oder wenigstens teilweise mit den Scheiben vermischt, zugleich in den Kocher füllen, muss aber dann darauf achten, dass sie ungefähr in die Mitte der ganzen Kocherfüllung plaziert werden, damit sie beim Ablassen der Lauge nicht die Ventile verstopfen, oder etwa oben aufschwimmen und dann das Gelingen der ganzen Kochung in Frage stellen würden. —


Fig. 6.

Besser ist es freilich, die Spähne ganz wegzulassen oder sie wenigstens mit etwas geringwertigerem Holze zu einer billigeren Sorte zu verwenden. An dieser Stelle sei erwähnt, dass neuerdings auch die Schälspähne, besonders solche, welche nicht mit brauner Rinde behaftet sind, von manchen Fabriken zu einer geringwertigeren Cellulose verkocht werden. Da dieselben sehr sperrig sind und deshalb dem Gewicht nach nicht viel in den Kocher hineingefüllt werden kann, so schneidet man dieselben auf einer Häckselmaschine in kurze Stücke, welche nach dem Einfüllen durch Arbeiter möglichst fest in den Kocher eingetreten werden, so dass die Ausbeute an Cellulose bei jeder Kochung nur 10—15% geringer ist, als bei einer Kochung mit gutem Holz. Dadurch lohnt sich die Verarbeitung der Schälspähne, welche früher meist verbrannt wurden. Auch kann

man sie mit Sägespähnen oder Schleifholzabfällen vermischt zu einer geringeren Sorte Zellstoff verarbeiten. An dieser Stelle sei gleichzeitig erwähnt, dass bei den oben beschriebenen Zerkleinerungsarten des Holzes, die in den einzelnen Scheiben sitzenden Äste in der Regel nicht vor dem Kochen beseitigt werden, weil die kleineren doch nicht alle zu entfernen sind, und deshalb ein Sortieren nach dem Kochen doch notwendig wäre. Ist das Holz gekocht, also weich, so kann jeder Ast mit den Fingern gefühlt und leicht entfernt werden.

Bei der Anwendung einer Hack- oder Schlagmaschine behufs der Zerkleinerung des zu kochenden Holzes fällt der Übelstand des grossen Verlustes an Sägespähnen weg, da das vorher geschälte Holz von der Stirnseite aus in etwas schräger Richtung gewaltsam in kleinen, etwa 30 mm messenden Stücken abgehackt wird. Durch das gewaltsame, plötzliche Loslösen bekommen die Stückchen auch noch Risse nach den verschiedensten Seiten, werden also locker und sind dadurch um so besser geeignet, beim nachfolgenden Kochen die Lauge leichter ins Innere dringen zu lassen. Der Hauptteil einer solchen Hackmaschine ist die auf einer kräftigen horizontalen Welle sitzende starke Scheibe aus Gusseisen von 1400 mm Durchmesser und 90 mm Breite, um welche warm ein 50 mm starker schmiedeeiserner Ring zur grösseren Sicherung gegen Zerspringen gelegt worden ist. In der Nähe der Peripherie sind durch je 9 Schrauben 1 oder 2 starke Messer befestigt, die circa 5 mm von der Scheibe abstehen und sich ziemlich dicht an einem festen Stützpunkt schnell vorüberbewegen, über welchen das zu hackende Holz eingeführt wird. Wenn man schwächeres Holz verarbeitet, wird die vorher mit der Hand geschälte Stange durch zwei Männer der Maschine zugeführt, wobei sie nach jedem Schnitte etwas gedreht werden muss; ein anderer Arbeiter schaufelt das zerkleinerte Holz auf einen Elevator, der es in die höheren Räume führt. Die Maschine braucht natürlich ziemlich viel Kraft und da sie fortgesetzt starke Stösse erleidet, ist es praktisch, sie im Parterre aufzustellen und, wie angegeben, das kleine Holz nach oben zu befördern. Sie ist imstande, in 12 Stunden circa 35 Kubikmeter Holz von der Stirnseite der ungefähr $2^1/_2$ Meter langen zugeführten Stangen abzuhacken. In manchen Fabriken ist aber auch die Maschine in oberen Räumen aufgestellt, das Holz wird in kürzeren Stücken auf der Schälmaschine entrindet, diese Klötze auf ein endloses Gurtband ge-

legt und der Hackmaschine selbstthätig zugeführt. — Das wie vorbeschrieben zerkleinerte Holz wird nun, wenn die Fabrik nicht gerade Prima-Cellulose arbeitet, direkt in die Kocher gefüllt, meist aber vorher durch eine grössere Anzahl Mädchen oder Knaben genau sortiert. Es wird zu diesem Zweck auf Siebtische geschüttet, wobei Schmutz und ganz kleine Spähne durchfallen und mit den Händen jedes Stückchen, welches einen Astteil enthält, heraussortiert. Es ist dieses Verfahren allerdings ziemlich kostspielig und muss in jedem einzelnen Falle kalkuliert werden, ob die Kosten des Sortierlohns durch die Erzielung einer höherwertigen, reineren Cellulose wieder herauskommen.

Eine neuere Konstruktion einer Hackmaschine ist in Nr. 68 der P.-Z. Jahrgang 1889 beschrieben. Sie rührt vom Geh. Kommerzienrat Albert Niethammer in Kriebstein her und scheint auf dem Prinzip des Bleistiftspitzens basiert zu sein,

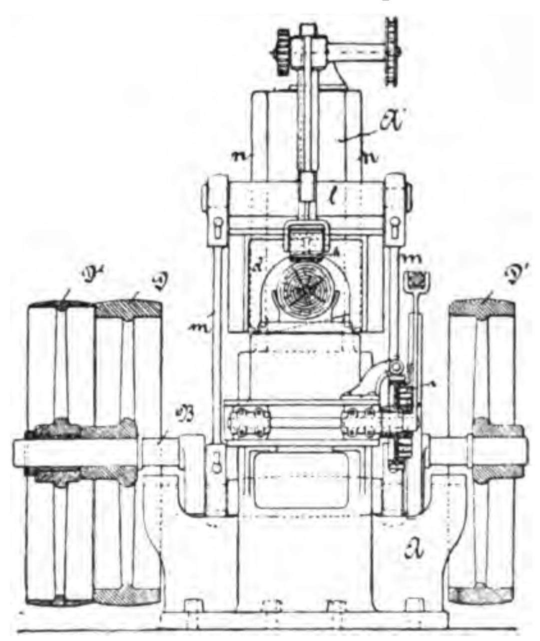


Fig. 7.

wodurch der Vorteil erreicht wird, dass nicht, wie bei manchen Maschinen, das Hirnholz direkt abzuschlagen ist, sondern das Langholz mehr in Spähnen abgetrennt wird. Die Maschine braucht dadurch weniger Kraft und hat auch weniger heftige Stösse auszuhalten. Es sei hier erwähnt, dass das nahezu senkrechte Abhacken auf die Längsachse des Holzes nicht vorteilhaft

ist wegen des zu grossen Kraftverbrauchs. In der Regel wird ein Winkel von 45° angenommen, wodurch noch immer das Hirnholz so viel abgehackt wird, dass sich dadurch die Zellen öffnen und das Holz innerlich soweit zerschmettert und gelockert wird, dass die Lauge leichter und schneller eindringen kann. Ob das die Hauptarbeit verrichtende Messer, welches bei dieser Maschine dünn angenommen werden musste, sich in der Praxis bewährt hat, ist dem Verfasser unbekannt. Die ganze Konstruktion ist aus den Figuren 7, 8, 9 und 10, sowie aus nachfolgender Beschreibung ersichtlich: Fig. 7 zeigt die vordere Endansicht, Fig. 8 die Seitenansicht mit teilweisem Schnitt.

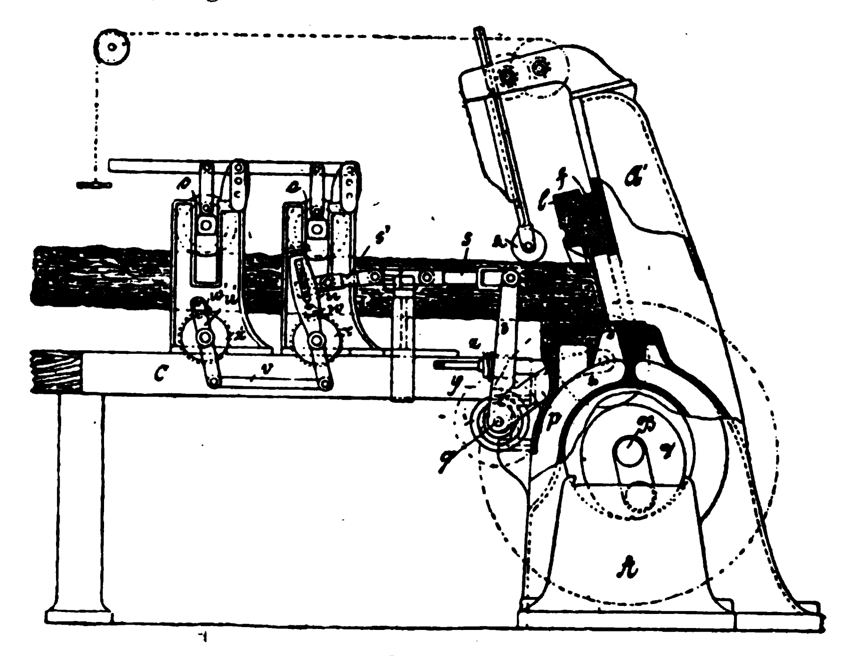


Fig. 8.

Fig. 9 die obere Ansicht (Grundriss). Fig. 10 zeigt in grösserem Massstabe den Messerhalter mit dem Messer.

Das Gestell *A*, in welchem die gekröpfte Antriebswelle *B* gelagert ist, geht nach oben zu in einen Ständer A^1 über, dessen vordere Fläche eine geneigte Lage hat. In dieser geneigten Lage sind an dem Ständer A^1 verstellbare Führungsleisten *n* befestigt, an welchen ein Schlitten *f* auf- und abbewegt werden kann. Letzterer trägt das Messer *a*, mit dem dasselbe am Rande überdeckenden Rahmen *d* (Fig. 10). Mit dem Messerschlitten *f* ist ein Querbalken *l* verbunden, an welchen die beiden

an der Kröpfung der Welle *B* sitzenden Pleüelstangen *m* angreifen. Auf der Welle sitzt rechts und links ausserhalb der Lager je ein kräftiges Schwungrad *D*, D^1, von denen eines die Antriebsriemenscheibe bildet. Neben dieser sitzt die Leerscheibe D^2. Es leuchtet ohne weiteres ein, dass der Schlitten *f* mit Messer und dem Deckrahmen bei der Drehung der Welle *B* einen der doppelten Länge der Exzentrizität des gekröpften Wellenteils entsprechenden Hub längs der geneigten Fläche des Ständers A^1 macht. Hierbei wird durch Anwendung zweier Pleüelstangen jedes Ecken des Messerschlittens *f* an den nachstellbaren Führungen *n* verhütet und durch Anordnung zweier

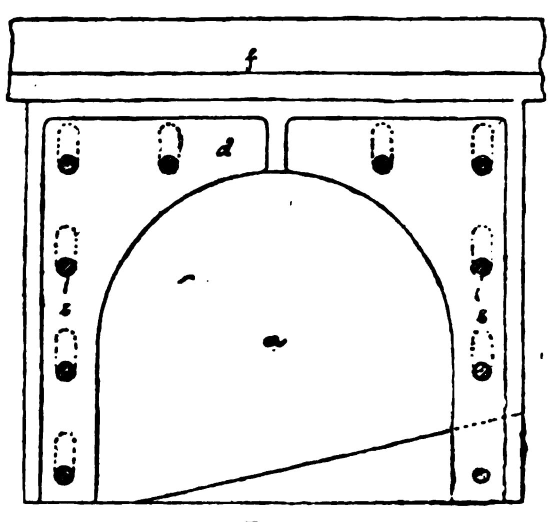


Fig. 9.

Schwungräder eine günstige Beanspruchung der gekröpften Welle im Augenblick des Aufstossens der Schneidekante auf den Stamm erzielt. Letzterer wird auf einem Gestell C in einer zur Achse der Welle *B* schrägen Richtung, jedoch in horizontaler Lage zugeführt, so dass die Schnittfläche also sowohl zur Längsrichtung der Faser, als auch zur senkrechten darauf geneigt ist, und die Fasern somit in doppelt schräger Richtung durchnitten werden.

Behufs Erzielung unversehrter Scheiben muss das Messer so dünn als eben zulässig genommen werden. Um dem dünnen Messer *a* (Fig. 9) hinreichende Widerstandsfähigkeit und Steifigkeit zu geben, ist dasselbe nicht nur an seinem oberen Rande, sondern auch an beiden Seiten durch Schrauben *b* an dem

Messerträger *f* befestigt, und letzterer sowohl als auch der das Messer auf der Oberseite deckende Rahmen *d* sind zu diesem Zwecke halbkreisförmig ausgespart.

Das Messer, dessen Schneide um ein Geringes schräg liegt. schneidet nicht gegen ein feststehendes sogenanntes Stockmesser, sondern tritt an der untersten Stellung in einen entsprechend breiten Spalt des Stammauflegers. Der selbstthätige Vorschub des Stammes erfolgt mittelst zweier Walzenpaare, auf deren einem der Stamm ruht, während das zweite Walzenpaar *o* den Stamm von oben in der richtigen Lage festhält, und zwar so lange, als das Messer beim Niedergang schneidet, bezw. beim

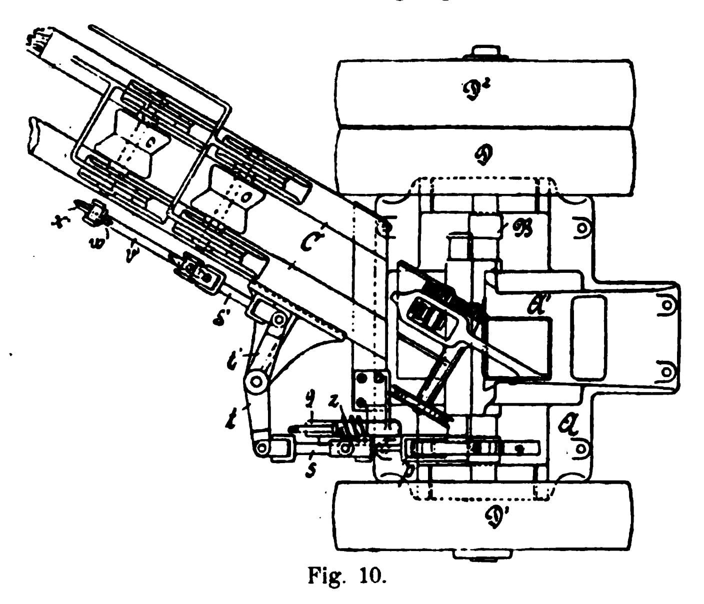


Fig. 10.

Hochgang sich noch in der Bahn des Stammes befindet. Der Vorschub ist daher ein unterbrochener und findet nur statt, wenn das Messer den obersten Teil seiner Bahn zurücklegte, d. h. nur ungefähr während einer Viertelumdrehung der Kurbelwelle. Auf diese Weise ist es ermöglicht, noch Stämme von einem Durchmesser gleich etwa $^3/_4$ des Messerhubes zu schneiden. Veranlasst wird dieser periodische Vorschub durch das auf der Welle *B* sitzende Schubexzenter *g*, auf welchem eine Rolle *h* läuft, die in dem einen Schenkel *p* eines um den Zapfen *q* drehbaren Winkelhebels *p r* gelagert ist. Der zweite Schenkel *r* dieses Winkelhebels steht durch die mit Universalgelenken versehene Stange *s* mit dem einen Arm *t* des Winkelhebels tt' in

Verbindung, dessen zweiter Schenkel t^1 durch eine ebenfalls mit Universalgelenken versehene Schubstange s^1 mit dem einen Hebel u des Schaltwerks verbunden ist.

Wird die Rolle h durch das Schubexzenter g angehoben, so verschiebt sich das Gestänge s^1 (Fig. 8 und 9) nach rechts, und hierbei schlagen die beiden Schalthebel u u^1, welche durch eine Schubstange v mit einander verbunden sind, mit den oberen Enden ebenfalls nach rechts aus. In den oberen Enden dieser Hebel sind mit Rollen versehene Reibungsklinken w w^1 gelagert, welche derart auf mit schneidenförmigem Rande versehenen Scheiben x x^1 schleifen, dass bei vorerwähnter Rechtsschwingung der oberen Hebelenden die Scheiben x x^1 mitgenommen werden, beim Linksschwingen der Hebelenden die Klinken w w^1 dagegen frei auf den stehenbleibenden Rollen zurückgleiten. Die Schalthebel u u^1 drehen sich lose auf den Achsen der Scheiben x x^1. Auf diesen Achsen sitzen die den Stamm von unten stützenden Rollen, so dass also bei der jedesmaligen Drehung der Scheiben x x^1 auch dieses Rollenpaar mitgedreht und somit der Stamm ein entsprechendes Stück vorgeschoben wird. Der Angriffspunkt des Gestänges s^1 am Schalthebel u ist in einer Kulisse verschiebbar, wodurch die Grösse des Vorschubs geregelt werden kann. — Die auf dem Schubexzenter g laufende Rolle h folgt bei geringer Umdrehungszahl dem ersteren ohne Stoss nach, bei 80 bis 90 Umdrehungen per Minute treten dagegen die Massenwirkungen störend auf, die Rolle folgt dem Abfall der Exzenterkurve nicht rasch genug und es würden Stösse entstehen. Um dies zu vermeiden, ist eine Spiralfeder i angeordnet, welche mit einem Ende an den Winkelhebel p r, mit dem andern an einem Schneckenrade y befestigt ist, welches mit einer, mittelst Schlüssels in Drehung zu setzenden Schnecke z in Eingriff steht, sodass die Spiralfeder geeignet gespannt werden kann um der Rolle die nötige Beschleunigung zu geben. Eine kleine Rolle r, welche am Ende einer Zahnstange gelagert ist, dient zum Niederhalten des Stammes vor dem Messer. —

Schliesslich sei noch eine Tabelle (S. 23), welche Verfasser aus praktischen Beobachtungen zusammenstellte, um zu ermitteln, ob es vorteilhafter sei, schwache oder starke Holzstämme zur Cellulosefabrikation zu verwenden. Diese Werte gelten für den zuerst erwähnten Fall, wo das Holz durch Kreissägen in Scheiben geschnitten wird.

Stärke in Centimeter	Meter Länge per 1 Raummeter Holz	Umfang in Centimeter	Schälfläche pro Raummeter	Anzahl Schnitte auf der Blocksäge	Anzahl der Schnitte bei 30 mm starken Scheiben	Querschnitt in □Centimeter	Schnittfläche pro 1 Raummeter	Zeit p. 1 Schnitt durchschnittlich in Sekunden	Zeit pro 1 Kubikmeter und 1 Säge	Zeit pro 100 Kubikmeter und 2 Sägen
										Schichten à 10 Stdn.
9	121	28,26	34,2 □m	242	3936	63,6	25,00 □m	1,5 Sek.	98 Min.	8,17 „
10	100	31,4	31,4 „	200	3200	78,5	25,12 „	1,85 „	59 „	4,91 „
15	44	47,1	20,7 „	88	1408	176,5	24,85 „	2,2 „	51,6 „	4,3 „
20	25	62,8	15,7 „	50	800	314,0	25,12 „	3,6 „	48 „	4 „
25	16	78,5	12,5 „	32	512	489,8	25,07 „	8,8 „	75 „	6,25 „
28	14	87,9	12,3 „	28	470	615,4	28,9 „	13,6 „	94 „	7,8 „
30	11	94,2	10,4 „	22	352	706,5	24,86 „	18,5 „	112 „	9,3 „
34	9	106,7	9,6 „	18	269	907,4	22,4 „	34,0 „	152 „	12,7 „

Bei dieser Berechnung ist angenommen, dass, wie es in der Praxis zwar nicht ganz richtig ist, z. B. bei Hölzern von 10 Centimeter Stärke $10 \times 10 = 100$ Stück in einem □-Meter eingesetzt werden. Aus der Tabelle sieht man bei näherer Betrachtung, dass bei dünnen Hölzern die Schälfläche, also auch der Abfall am grössten ist, es also vorteilhafter wäre, bei gleichen Preisen recht dicke Stämme zu verarbeiten. Der eigentlich zu schneidende Querschnitt bei einem Raummeter Holz ist nahezu gleich bei dicken und dünnem Holz, nämlich circa 25 □-Meter. Dahingegen ist die Arbeitszeit ungeheuer verschieden, welche gebraucht wird, um einen Raummeter Holz von schwacher, mittlerer oder starker Beschaffenheit in Scheiben von 30 mm Dicke zu schneiden. Bei dünnem Holz ist es die grosse Anzahl der notwendigen Schnitte und der Zeitverlust zwischen jedem einzelnen Schnitt, welche die Verwendung desselben ungünstig erscheinen lässt, und bei sehr starkem Holz wieder bekommt die Säge zu grossen Widerstand, wird gebremst, geht langsamer und kann die gleiche Arbeit nur in verhältnismässig längerer Zeit verrichten. Da aber Zeit Geld ist, die sehr starken Stämme auch in der Regel einen höheren Nutzwert haben, so empfiehlt es sich nicht, solche zu benutzen. Die Tabelle zeigt deutlich an, dass es am vorteilhaftesten ist, mittelstarkes Holz von ungefähr 20 Centimeter Durchmesser zu kaufen! Durch die immer mehr wachsende Konkurrenz und durch die vermehrten Ansprüche der Zellstoff-Abnehmer hat sich in den letzten Jahren auch manche Veränderung in der Holzbearbeitung bemerkbar gemacht, die ohne Rücksicht auf die verschiedenen patentierten Herstellungsverfahren von Zellstoff gleichmässig Eingang in den Fabriken der verschiedensten Systeme fanden. Bei der gesunkenen Rentabilität der Zellstofffabriken im allgemeinen kommt es jetzt darauf an, möglichst an Kraft und Arbeitslohn zu sparen, andernfalls aber ein möglichst reines Fabrikat herzustellen. Diesen Bedingungen entspricht eine Anlage, wie sie von der Eisengiesserei und Maschinenfabrik (vormals Goetjes & Schulze) in Bautzen bereits in einer grossen Anzahl von Fabriken eingeführt wurde, und in welchem schon Bekanntes und bereits in einzelnen Fabriken Vorhandenes mit Neuerem verbunden zu einem praktischen Ganzen gestaltet ist. Hiernach würden, wie schon geschrieben, die Holzstämme durch eine Blocksäge in 1 m lange oder kürzere Stücken geschnitten, diese auf ein-

fachen oder doppelten Schälmaschinen entrindet und dann bei Anwendung von starken Holzstämmen auch noch auf einer Spaltmaschine gespalten, wie solche in den meisten Holzschleifereien gebräuchlich ist. Dieses vorherige Spalten hat den Zweck, die Arbeit der Hackmaschine zu erleichtern, da das Losschlagen der Spähne an einem dicken Stamm entschieden mehr Kraft erfordert als an einem dünnen. Die Hackmaschine selbst baut man, wie bereits auf Seite 17 beschrieben, jetzt meist mit zwei Messern und beobachtet dabei, dass die Zuführung des Holzes nicht, wie ursprünglich angenommen, wohl schräg zur Horizontalen, aber senkrecht zu dem Grundriss der Messerscheibe liegt, sondern vielmehr schräg zu beiden Richtungen, wie die nachstehenden Figuren 11 und 12 zeigen.

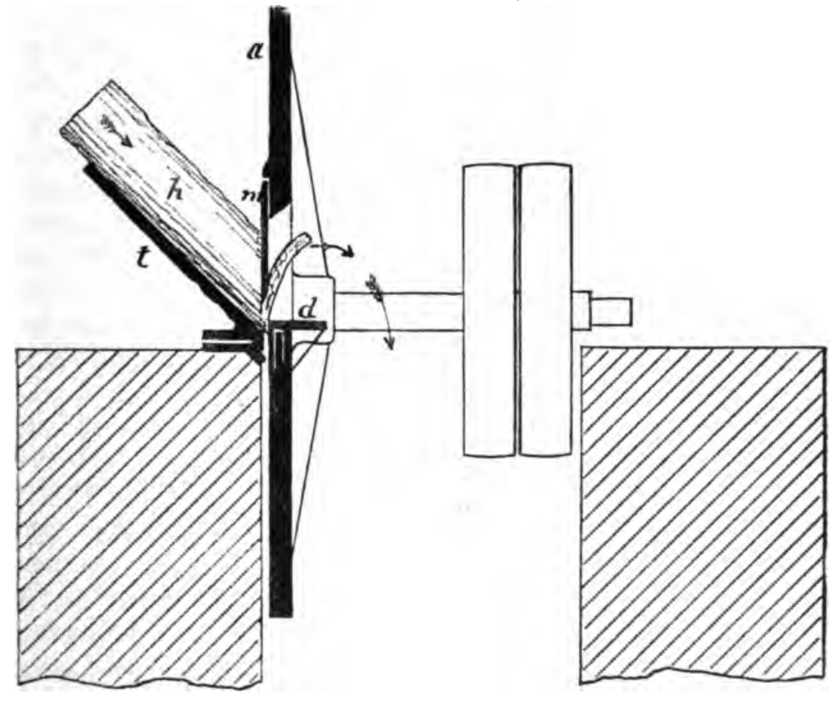


Fig. 11.

Dadurch erfolgt die Lostrennung der Spähne etwas in der Längsrichtung des Holzes, was naturgemäss leichter vor sich geht, als ein Abschlagen von Stirnholz. Diese Schubrichtung ist durch eine halbrunde Rinne gegeben, welche an das Gestell angegossen ist und in welche die Stammstücke eingelegt und durch ihr eigenes Gewicht den Messern zugeführt werden. Da

die Messer 500 mm lang und 150 mm breit sind, sind in der Regel zwei Führungsrinnen nebeneinander angebracht, sodass gleichzeitig zwei Stämme zerhackt werden können. Wenn man dafür sorgt, dass die Messer stets scharf sind, d. h. wenn man sie circa alle zwei Stunden auswechselt, so kann eine solche Hackmaschine in zwölf Stunden soviel Holz zerschlagen, wie zu einer Tagesproduktion von 6500 kg trockener Cellulose notwendig ist. Diese öftere Erneuerung der Messer ist übrigens auch deshalb zu empfehlen, weil sie durch die gewaltsame

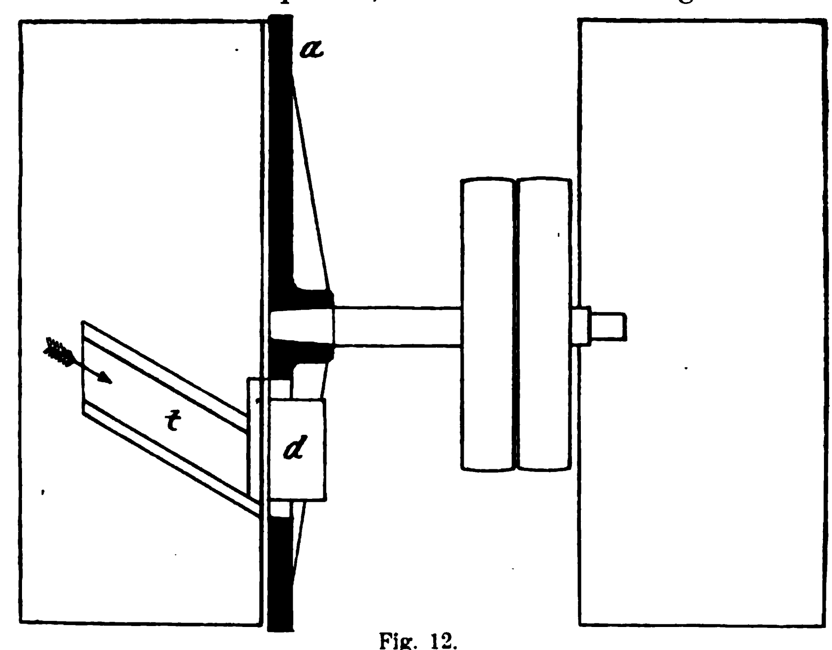


Fig. 12.

Arbeit warm werden. Die abgehackten Holzstückchen fallen nun direkt unter der Maschine auf einen breiten Gurt, der sich langsam fortbewegt und das Holz nach der sogenannten Brechmaschine führt. Durch einige Leute werden auf dem Wege dahin schon die hauptsächlichsten und grössten Äste heraussortiert. Im Gegensatz zu Professor Mitscherlich, der das Schneiden in Scheiben empfahl, erkannte Dr. Karl Kellner von Anfang an, dass eine möglichst weitgehende Zerkleinerung der Holzstücken dem leichten Eindringen der Kocherlauge nur förderlich sein müsste und begnügte sich daher nicht einmal mit der Wirkung der Hackmaschine, sondern wendete noch die Brechmaschine an, welche der Wirkung der gewöhnlichen Kaffeemühle nachgebildet ist, wie Fig. 13 zeigt. Das durch den

Elevator dem Trichter zugeführte, bereits zerkleinerte Holz, welches durch die gewaltsame Lostrennung schon mannigfach durch Sprünge gelockert ist, fällt in das nach unten sich erweiternde konische Gehäuse g, an dessen Wandung scharfe Zinken sitzen und in welchem sich ein kleinerer Konus K, ebenfalls mit Zinken besetzt, rasch umdreht. Der Abstand zwischen den festen und beweglichen Teilen ist so bemessen, dass die Holzstückchen zwar noch bedeutend zerkleinert werden, aber die härteren Astteile noch unzerkleinert mit durchfallen können. An Stelle dieser Brechmaschine wendet man neuerdings noch lieber die Schleudermaschine an, welche vorteilhafter arbeiten soll, da sie die Stücken nicht so zerreisst und besonders die Trennung der Äste und Astteile von dem weicheren Holz nur durch Anschleudern an feste Punkte leichter aber vollständig genügend bewirkt. Einen Durchschnitt des charakteristischen Teiles zeigt Figur 14 und Figur 15 die Vorderansicht:

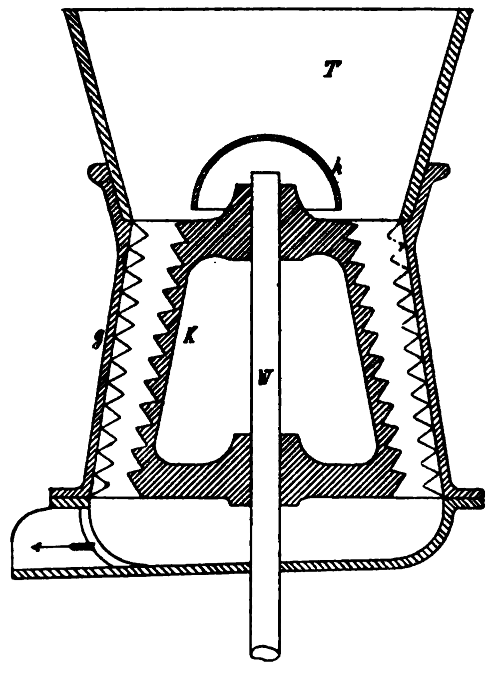


Fig. 13.

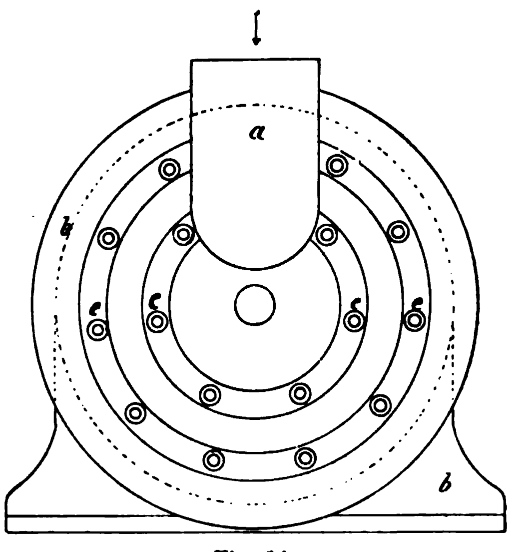


Fig. 14.

In einem Gehäuse sitzen an der Vorderwand in zwei konzen-

trischen Kreisen, schmiedeeiserne runde Stifte, zwischen denen sich an einer vertikal auf einer horizontalen Welle aufgekeilten runden Scheibe befestigt, zwei etwas kleinere Stiftreihen schnell vorüberbewegen. Der Elevator schüttet die Holzstückchen in das an der Vorderfläche angegossene flache Rohr *a*, von wo aus sie unmittelbar über der Welle in den Mittelpunkt des Apparates gelangen, von den Stiften der schnell rotierenden Scheibe (ca. 1000 Umdrehungen pro Minute) ergriffen, herumgeschleudert, zerkleinert und von den Ästen getrennt werden. Durch eine Öffnung im Gehäuse fallen sie dann unten heraus, wieder auf einen Elevatorgurt, der sie nach der Sortiervorrichtung weiter führt. Diese besteht, einen Betrieb von 6500 kg trockener Cellulose pro Tag vorausgesetzt, aus 2 konischen Trommeln von 6 bis 7 m Länge und circa 2 m Durchmesser, deren Konstruktion die Figuren 16 u. 17 zeigen: Die Trommeln sind aus Holzringen hergestellt, ruhen vorn, hinten und eventuell in der Mitte auf je zwei Antriebsrollen, welche sich so schnell umdrehen, dass die grossen Trommeln vom Umfang aus eine Umdrehungsbewegung von ungefähr zwölf Umdrehungen pro Minute erhalten. Das Innere des hölzernen Gerippes ist mit durchlochtem Blech beschlagen, so dass es einen glatten, grossen Trichter bildet, in welchem das zerkleinerte Holz durch den Elevator von der engeren Seite aus eingeführt wird; durch die Drehung des Konus wird das Holz um einen Teil des Umfanges mit in die Höhe genommen, gleitet aber dabei an den glatten Wandungen immer mehr dem weiteren Ausgange des Trichters zu, oder fällt

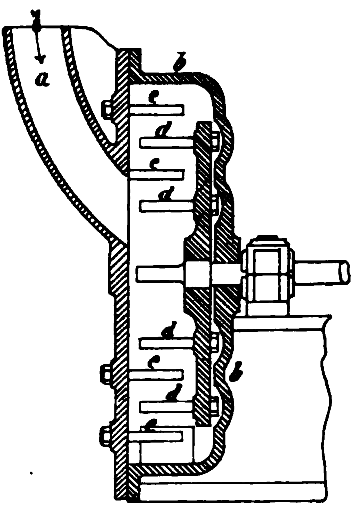
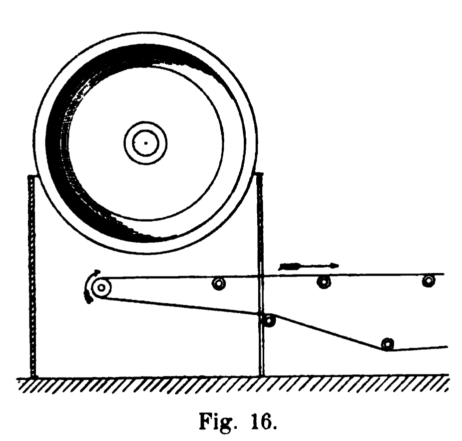


Fig. 15.


Fig. 16.

durch die zahlreichen Öffnungen unter die Trommel. Da dieselbe eine Reinigung, zugleich Sortierung der Stücken nach gleicher Grösse und möglichst auch Absonderung der Äste herbeiführen

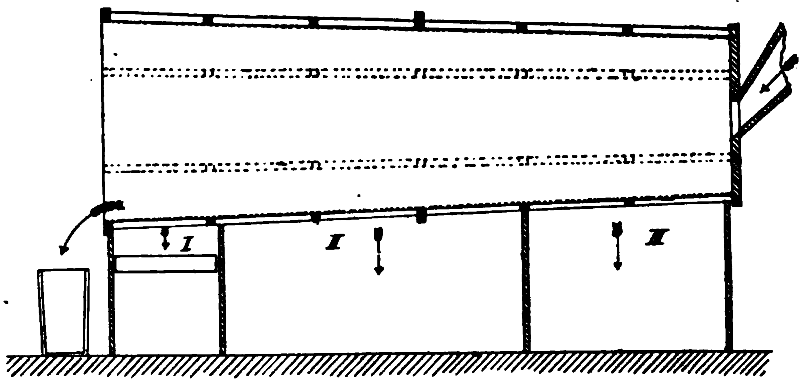


Fig. 17.

soll, so ist die Einrichtung getroffen, dass der erstere, kleinere Teil des Trommelbleches mit nur feinen Löchern von nur circa 6 mm Weite versehen ist, ein zweiter Teil grössere Öffnungen hat und der dritte Teil am weiten Ende des Trichters die normalen Öffnungen trägt, welche der Grösse der zu verarbeitenden guten Holzstücken entspricht. Unter der ersten und zweiten Abteilung befinden sich durch Thüren verschlossene Kästen, in welchen sich das durchgesiebte Material ansammelt; dieses besteht in Nr. 1 aus Staub, Splittern, Astteilen und feinen schwarzen Ästen und wird entweder in der Fabrik selbst verbrannt oder zu anderen Zwecken verkauft. Nr. 2 enthält mittelgrosse Stücken, mit einigen Astteilen vermischt und wird, wenn sich genug angesammelt hat, getrennt zu Sekundaware verarbeitet. Nr. 3, das gute Holz fällt auf einen, circa 1 m breiten Gurt, der rechtwinklig zur Trommel ein Stück horizontal in langsamer Bewegung auf Rollen fortgeführt wird und so einen Tisch bildet, an dessen beiden Seiten Mädchen stehen, welche alle die Stücken heraussortieren, die etwa noch Äste enthalten. Der Hauptteil der Äste wird grösser sein, als die Durchlassöffnungen für das gute Holz und fällt am weiteren Ende des Trichters heraus und in einen Korb. Natürlich wird auch der Inhalt dieses Korbes nochmals durchgesehen und etwa hineingekommene grössere, aber reine Holzstücken zur weiteren Verwendung heraussortiert. — Da die Anwendung von Elevatoren bedeutende Handarbeit erspart, befördern

schliesslich ein oder mehrere andere Elevatoren das sortierte Holz in eine höhere Etage über den Kochern in grosse Kästen, deren Inhalt genau dem vor und unter ihnen befindlichen Kochern entspricht.

III. Lauge und Laugenbereitung.

A. Natronverfahren.

Wie schon der Name sagt, wird bei dem Natronverfahren als Kochlauge Natron benutzt, und zwar ursprünglich Kohlensaures Natron (Soda) durch Kalkzusatz kaustisch gemacht, um das sogenannte Liguin und die anderen inkrustirenden Bestandteile der Holzfaser aufzulösen und von der reinen Faser zu trennen. An und für sich bewirkt das Natron die Auflösung nicht, wenigstens nicht allein, sondern es muss Wasser dabei sein und eine hohe Temperatur zur Anwendung kommen. Schon durch den heissen Wasserdampf allein werden manche der Umhüllungsbestandteile aufgelöst, es bilden sich dadurch wieder andere Produkte, auch Säuren, die, wie am Anfange des Buches erwähnt, auflösende Wirkung haben, deren schädlicher Einfluss auf die eigentliche Faser aber wieder dadurch aufgehoben wird, dass die Gegenwart des Natrons dieselben noch während der Dauer des Kochprozesses neutralisiert. Es kommt also hauptsächlich darauf an, die richtige Stärke der Lauge und die notwendige Temperatur (entsprechend dem Dampfdruck in Atmosphären) sowie die Zeitdauer des Kochprozesses im Verhältnis zur Holzmenge und Qualität zu absolvieren. Ganz natürlich ist es, dass besonders früher die von einander abweichendsten Angaben hierüber gemacht wurden, ehe im Laufe der Zeit die praktische Erfahrung gleichmässigere Werte feststellte. Professor Hoyer schreibt hierüber folgendes: „1869 wurde von Keegan eine Spannung von 4,5 Atmosphären (150° C.) für genügend erklärt, während Lee 1870 bis auf 11 Atmosphären (210° C.) stieg. — Ungerer stellte 1872 als zweckmässig fest: einen Druck von 3 bis 4 Atmosphären (134°—144°) für Laubholz und von 5 bis 6 Atmosphären (152°—159°) für Nadelholz, während Rosenhain 1878 wieder 10 Atmosphären (180°) angiebt. Die Angaben von Ungerer er-

scheinen als die zweckmässigsten. Jedenfalls sollte man wegen der grossen Gefahren, welche hohe Spannungen im Kocher von so bedeutenden Dimensionen darbieten, die Spannung von 10 Atmosphären (180° Kochtemperatur) nicht überschreiten. — In ähnlicher Weise wie die Temperaturen weichen auch die Mengen des verwendeten Ätznatrons und die Stärken der Laugen von einander ab. Nach dem Patent von Watt & Burgess giebt man der Lauge eine Stärke von 12° B. und nimmt davon soviel, dass auf 100 Teile trocken gedachtes Holz 21 Teile Ätznatron von 60 % kommen. Sinclair gebraucht 25 Teile Natron auf 100 Teile Holz in einer Lösung von 14° B. — Nach Ungerer genügt bei Anwendung seines Systems eine Lauge, bei welcher 4—5 % kaustische Soda mit 60 % Gehalt auf Laubholz und 6—8 % auf Nadelholz kommen. — Viel weniger auseinandergehend sind die Angaben über die Zeit des Kochens, welche fast allgemein zu 5 bis 6 Stunden für eine Kochung angegeben wird." Diese Angaben des Professors Hoyer sind, nach dem Verfasser zugegangenen Mitteilungen, dahin zu berichtigen, dass 4½ Atmosphären-Druck zur Herstellung von Natroncellulose entschieden ungenügend seien, andererseits, dass Lee sich bis 1870 überhaupt nicht mit der Frage der Zellstoffbereitung beschäftigt habe und dass auch Ungerer 1872 noch nicht Zellstoff gekocht hätte. Ausserdem hätte Letzterer ebenfalls nicht 5—6, sondern 8—10 Atmosphären Druck angewendet. — Schliesslich wird noch erwähnt, dass sich das Unger'sche Verfahren in der Praxis nicht so bewährt habe, als erst angenommen wurde. Verfasser kann persönlich kein Urteil darüber fällen; theoretisch ist das Verfahren sehr gut durchgedacht. — Derselbe Autor macht noch über die Art und Löslichkeit der organischen Bestandteile des Holzes Bemerkungen, welche sehr interessant sind und woraus die Reihenfolge der Arbeit der Lauge ersichtlich wird. Es heisst da: „Die organischen Bestandteile des Holzes gehören insofern mehreren Gruppen an, als einige derselben in Wasser löslich und demnach auch durch Behandlung mit Wasser aus dem Holze fortgeschafft werden können, während andere im Wasser unlöslich sind. Zu den ersteren gehören Gummi, Pflanzeneiweiss, Gerbsäure, Farbstoffe u. s. w., zu den letzteren insbesondere die Harze, Balsame u. s. w., sowie in letzter Linie die inkrustirende Materie oder das Lignin, welches in und auf der Zellen- und Gefässmembran sich abgelagert hat und demnach am innigsten mit

der Cellulose verbunden ist. Man kann sich daher eine Holzfaser aufgebaut vorstellen aus der Cellulose, als Grundstoff, durchsetzt mit Lignin, sodann aus einer hierüber befindlichen Schicht von in Wasser unlöslichem Harze u. s. w. und endlich einer dritten Lage, die wesentlich wasserlösliche Substanzen enthält. Diese Zusammensetzung berechtigt zu dem Schlusse, dass jede Lage die darunter liegende gegen die Einwirkung der Lösungsmittel mehr oder weniger schützt und eine Beseitigung der Lagen in der umgekehrten Reihenfolge die Cellulose blosslegen muss. Da nun die äussere Schicht in Wasser, beziehungsweise Dampf löslich ist, so genügt zu ihrer Entfernung die Behandlung des Holzes mit Wasser oder Wasserdampf von solcher Temperatur, dass eine Änderung des Lignins, d. h. ein Braunwerden, nicht eintritt. Da die Harze sich schon in schwachen Laugen lösen, so wird durch Anwendung dieser eine Entfernung der zweiten Schicht herbeigeführt, der nun das Lignin durch Behandlung mit stärkeren Laugen bei höheren Temperaturen folgt. — Nach diesem Grundsatz ist von Ungerer in Wien ein Kochverfahren ausgebildet, welches als das vollkommenste hingestellt werden muss, weil es das Holz der Reihe nach mit Dampf und Laugen behandelt, deren Konzentration und Temperatur allmählich wächst und es dadurch zugleich erreicht, die Lauge bis zur Erschöpfung auszunutzen und vorzügliche Fasern zu erzeugen." —

Dieses System selbst soll im nächsten Abschnitt näher beschrieben werden. Hier haben wir es zunächst mit der Lauge und Laugenbereitung zu thun, welche letztere bei dem Natronverfahren sehr einfach ist, da die Soda und andere Chemikalien einfach in einem Bottich, in welchem durch ein Dampfrohr die Flüssigkeit erhitzt werden kann, aufzulösen und so zu verdünnen ist, dass die der betreffenden Methode zu Grunde liegenden Konzentrationsgrade nach Beaumé erreicht werden.

Da nun aber die Soda ziemlich teuer ist, und es Verschwendung wäre, dieselbe mit der schon benutzten Kocherlauge fortzulassen, so kam man bald nach der Einführung der Natroncellulose-Fabrikation auf die Idee, die alle inkrustierenden Holzfaserbestandteile enthaltende Lauge abzudampfen und die Soda auf diese Weise wieder zu gewinnen, wobei gleichzeitig die sonst unvermeidliche Wasserverunreinigung vermieden wurde. Natürlich erhält man die Soda dann nicht mehr so rein, es

bilden sich verschiedene Verbindungen, aber gerade dadurch stellte sich heraus, dass nicht nur durch kohlensaures Natron, sondern ebensogut durch das Zwischenprodukt der Sodafabrikation, das schwefelsaure Natron (Sulfat) dieselbe Wirkung ererreicht wird. Dahl in Danzig hat dies ungefähr 1883 gefunden und zuerst eine Lauge angewendet, welche schwefelsaures Natron, kohlensaures Natron. Ätznatron und Schwefelnatrium enthielt. Man bereitet die Lauge aus schwefelsaurem Natron und 23—25 % Ätzkalk, dem man die aus früheren Laugen wieder gewonnenen Salze zusetzt. Die gebrauchten Laugen werden durch Abdampfen verdichtet, stark kalziniert und nach Austreibung aller Gase in Gestalt von Koks aus dem Ofen gezogen. Diese Masse wird ausgelaugt und die erhaltene Lösung dient zur Bildung der neuen Lauge. Um die Sache ohne Beimischung von Kohle zu erhalten, wird die verdichtete Lauge in einem Flammofen bis zur Dunkelrotglut erhitzt. Die erhaltene Masse nimmt beim Abkühlen rotbraune Farbe an, ist im Wasser leicht löslich und hat etwa folgende Zusammensetzung:

Schwefelsaures Natron . .	16 %
Kohlensaures Natron . .	50 %
Ätznatron	20 %
Schwefelnatrium	10 %
verschiedene andere Stoffe	4 %.

Diese Zusammensetzung ist sehr veränderlich, je nach dem behandelten Holzstoff, ohne dass die Lösekraft der Lauge erheblich beeinflusst würde.

Die aus den Laugen wieder gewonnenen Salze muss man möglichst bald auflösen, um sie der Einwirkung der Luft zu entziehen.

Bei der Kochung und Wiedergewinnung gehen 10 bis 15 % der in der Lauge enthaltenen Salze verloren; dieselben werden durch schwefelsaures Natron ersetzt; 85 bis 90 % der wieder gewonnenen Salze und 15 bis 10 % schwefelsaures Natron. welches mit 20 bis 23 % Ätzkalk gekocht ist, geben eine gute Lauge. Die Menge des mit Kalk behandelten schwefelsauren Natrons und die Menge des Kalkes selber ändern sich je nach dem festgestellten Verlust an Salzen. Bei 10 % Verlust braucht man auf 90 Kilo wieder gewonnene Salze 10 Kilo schwefelsaures Natron und 20 Kilo Kalk. Bei 15 % Verlust braucht man auf 85 Kilo Salze 15 Kilo schwefelsaures Natron und

23 Kilo Kalk; bei 20% Verlust auf 80 Kilo Salze 20 Kilo schwefelsaures Natron und 25 Kilo Kalk. Im allgemeinen enthält die gewonnene Lauge etwa 37%, schwefelsaures Natron, 8% kohlensaures Natron, 24% Ätznatron und 3% Schwefelnatrium.

Aus dem Vorhergehenden ist ersichtlich, dass das oben beschriebene Verfahren von dem früheren Kochverfahren mit Ätznatron darin abweicht, dass bei der Herstellung der Lauge das während der Kochung und Wiedergewinnung der Salze verlorene Ätznatron durch schwefelsaures Natron, nicht wie früher durch Ätznatron ersetzt und die Menge des benutzten Ätzkalkes von 45 auf 20 bis 23% vermindert wird.

Wie alle Fabrikanten durch die überall auftretende grosse Konkurrenz zu Ersparnissen gedrängt werden, so machte sich auch bei den Natronzellstoff-Fabrikanten besonders seit dem Auftreten der Sulfit-Cellulose dieses Bestreben geltend. Sie ersetzten im Laufe der Zeit die zuerst benutzten, entsprechend hoch bezahlten, säure- und eisenfreien Sulfate durch die billigsten, im Handel erhältlichen Sorten, da Eisen und freie Schwefelsäure, je nach Art der Verwendung des Sulfats in den einzelnen Fabriken entweder durch den Kaustizierungsprozess in Form von Schwefeleisen und Gyps, oder bei Verarbeitung mit dem Ofengut mühelos unschädlich gemacht werden können. Mehrere durch die Nachbarschaft von Dynamitfabriken bevorzugt gelegene Werke gingen schliesslich sogar zur Verwendung des Abfallproduktes dieser Fabriken, des sauren, schwefelsauren Natrons über, da dieses Salz nichts anderes ist, als schwefelsaures Natron mit einem freilich oft sehr erheblichen Prozentsatz freier Schwefelsäure, welche letztere, wie bereits erwähnt, durch chemische Umsetzungen entfernt oder selbst nutzbar gemacht werden kann. Im allgemeinen ist diese Verwendung des sauren Sulfats in der Natronzellstoff-Fabrikation jedoch keine charakteristische Veränderung des oben beschriebenen Dahl'schen Verfahrens, welches bei der Herstellung von Natronzellstoffen jetzt hauptsächlich benutzt wird. (P. Z. 1887 Nr. 65.)

Nach Dr. Frank kann diese erwähnte Nutzbarmachung der Schwefelsäure durch Zusatz von Kochsalz, Chlornatrium geschehen, sie also auf schwefelsaures Salz verwerten; bei dem üblichen Abstumpfungs-Verfahren mit Kalk bringt die Schwefelsäure nur einen Ballast von Gips hinein, daher ist eine Abstumpfung durch gebrauchte Kochlauge noch richtiger.

An dieser Stelle, nach Beendigung des Kapitels über Natronlaugen und vor der Beschreibung der Verfahren und Hilfsmittel zur Wiedergewinnung der Soda, wird es angezeigt sein, zu erwähnen, dass der nach und nach eingebürgerte Name „Sulfatstoff" eigentlich nicht richtig ist, da das Sulfat, d. h. das schwefelsaure Natron an und für sich die auflösende Wirkung auf die inkrustirenden Bestandteile nicht ausübt, sondern das kohlensaure Natron und Schwefelnatrium, welches bei der Laugendarstellung erst aus dem Sulfat bereitet wird. Es wird hierbei die Soda, die ja auch sonst aus schwefelsaurem Natron gewonnen wird, von dem Zellstofffabrikanten selbst durch Umwandlung hergestellt, während er sie früher fertig kaufte. Es ist also die Bezeichnung „Natron-Zellstoff" die einzig richtige!

Soda-Wiedergewinnung.

Zu diesem Zwecke wurden früher hauptsächlich Abdampföfen benutzt, wie solche bei der Soda-Fabrikation zur Anwendung kamen. In Lunges Handbuch der Sodafabrikation ist ein derartiger Ofen abgebildet, wie ihn nachstehende Figuren 18 u. 19

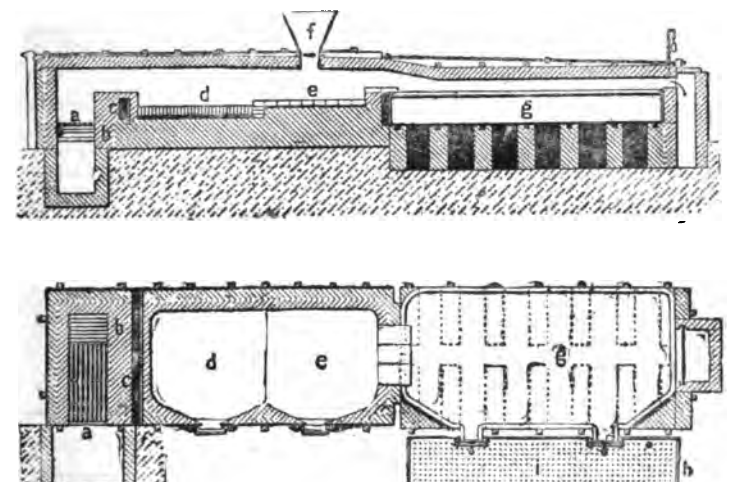


Fig. 18 u. 19.

zeigen: *g* ist die zum Abdampfen bestimmte Pfanne, welche von Steinsäulen getragen ist, sodass der Pfannenboden behufs leichterer Abkühlung frei bleibt. Am linken Ende befindet sich der Rost *a*, auf welchem das zum Abdampfen nötige Feuer unterhalten wird, welches zunächst über die durch ein Wasserrohr *c* abgekühlte Feuerbrücke streicht, dann über den Glüh-

herd *d*, über den etwas höher gelegenen Vorglühherd *e* und zuletzt über die Abdampfpfanne *g* geht, von wo aus sie in den Fuchs der Esse abgeleitet wird. Die Lauge macht nun den dem Feuer entgegengesetzten Weg; sie wird zunächst in der Pfanne soweit eingedampft, bis sich feste Bestandteile ausscheiden, dann zieht man die Masse seitlich heraus auf das Abtropfsieb *i*, unter welchem die Flüssigkeit in ein Reservoir abgeleitet und von da mittelst einer Pumpe der Pfanne wieder zugeführt wird, um weiter verdampft zu werden. Durch den über dem Vorherd angebrachten Trichter *f* wird der feste Rückstand auf diesen Herd geschüttet, wo das letzte Wasser entweicht und nachdem dies geschehen, wird er mittelst Krücken in den Arbeitsraum *d* gezogen und hier ausgeglüht. Nachdem dies genügend geschehen, wird die aus kohlensaurem Natron bestehende Masse aus dem Arbeitsraum *d* seitlich herausgezogen, und zwar direkt in eiserne Karren, durch welche die Masse den Auflösungsbottichen wieder zugeführt wird, um hier in Wasser gelöst und ätzend gemacht, von neuem zur Holzkochung benutzt zu werden.

Einen andern Abdampfofen hat Roeckner in Newcastle konstruiert: Die Lauge fliesst bei demselben zuerst in einen wagrecht liegenden cylindrischen Kessel und wird hier durch Kochen konzentriert. Der darinnen entwickelte Dampf gelangt in einen Kondensator und fliesst als kochendes Wasser in einen Sammelbehälter. Die konzentrierte Lauge fliesst durch ein am Boden des Kessels angebrachtes Rohr in eine tiefer liegende offene Pfanne, wo sie weiter verdickt wird und von da in den darunter befindlichen Kalzinierofen, wo die völlige Umwandlung in Soda erfolgt. Aus diesem wird die Masse mittelst Rechen in den unterhalb angeordneten Abkühlungsraum gezogen. Hier zieht ein Luftstrom durch die heisse Masse, befördert die Verbrennung, deren Gase in den für die anderen Teile dienenden Feuerherd geleitet werden. Hierdurch werden die Gerüche vermieden, welche sich zeigen, wenn die Soda einfach aus dem Ofen genommen und nach einer anderen Stelle zur Abkühlung gebracht wird.

Um die bei den bisherigen Abdampfungsapparaten bemerkbare bedeutende Abnutzung der teuren Pfannen zu umgehen, hat Richard Schneider, Dresden, einen „Abdampfturm mit beweglichen, beliebig verstellbaren Rieselflächen“ (D. R.-P. Nr. 34392) konstruiert, der sich bei Öfen zur Wiedergewinnung

der Soda mit Vorteil anwenden lässt. Dieser Ofen besteht, abgesehen von der Anlage des Gaserzeugers und des Schornsteins (es ist ein Regenerativofen) aus dem Feuerraum *H*, in welchem die Entzündung der Heizgase stattfindet und welcher je nach Konstruktion so gestaltet werden kann, dass er hocherhitzte Feuergase oder hocherhitzte Luft von einander getrennt oder gleichzeitig abgeben kann; ferner aus dem an *H* anschliessenden

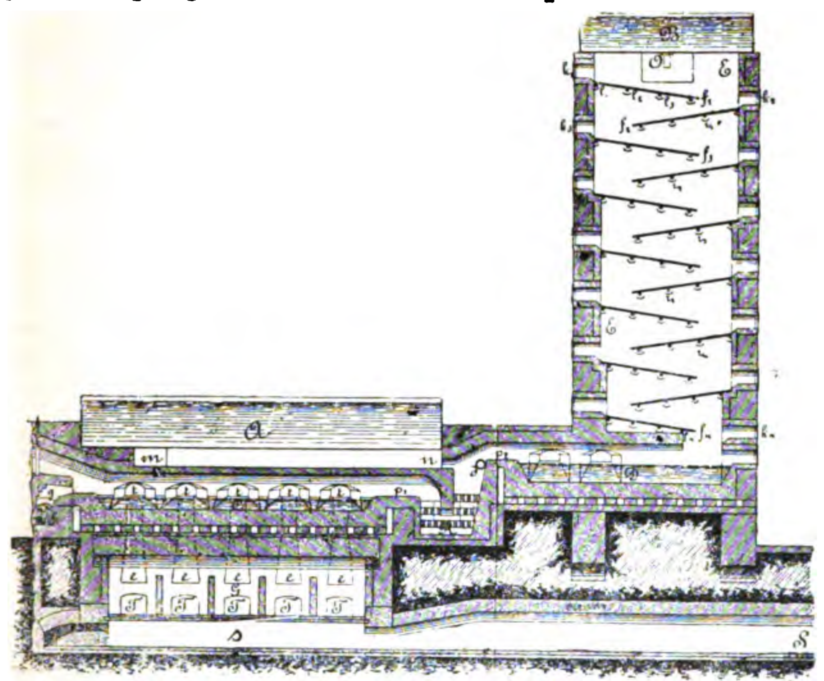


Fig. 20.

einfachen oder doppelten Kalzinierherde *C*. An dem anderen Ende desselben befindet sich ein kurzer, mit Chamottsteinen, gleich einem Regenerator ausgesetzter Raum *R*, welcher während des Kalzinierprozesses wesentlich dazu beiträgt, eine vollständige Verbrennung aller dem Kalzinierherde entweichenden Gase, und damit einen rauch- und geruchlosen Betrieb zu erzielen. Neben dem Raum *R* befindet sich, etwas höher gelegen, ein tieferer Behälter *D*, der als Eindickraum dient. Über *D* erhebt sich nun der Abdampfturm *E* mit seinen beweglichen Rieselflächen, die eine Neigung von weniger als 30° gegen den Horizont besitzen müssen. Die Anzahl der Rieselflächen richtet sich nach der in der Zeiteinheit aufzuarbeitenden Menge Lauge. Über *C* und *R* befindet sich zur Ausnutzung der strahlenden Wärme

ein grosser Behälter *A*, von welchem aus der kleinere auf dem Turme *E* aufgestellte Behälter *B* durch einen Pulsometer gespeist wird. Unter *C* befindet sich der Ausglüh- beziehentlich Auskühlraum *G*, in welchem aus *C* durch entsprechende Konstruktion der *C* armierenden Thüren die glühenden, jedoch noch nicht totgeglühten Massen gezogen werden, ohne dass dieselben erst vor den Ofen herausgekrückt zu werden brauchen.

Die Verbrennungsprodukte eines Teiles der nach *H* gelangenden Heizgase werden durch den Kanal *s* nach dem Schornstein *S* abgeführt. Der unter *G* liegende Teil des Kanals *s* ist schwach überwölbt oder besser noch mit zwei Schichten dünner Chamottplatten abgedeckt. Diese Anordnung und Konstruktion von *s* hat den Zweck, noch möglichst die Wärme der darin hinströmenden Verbrennungsprodukte auszunützen und den Ausglühprozess der nach *G* hinabgefallenen Massen zu unterhalten und zu beschleunigen. Die sich hierbei noch entwickelnden Gase (empyreumatische Gase) werden nach dem Feuerraum durch besondere Kanäle abgeführt und dort verbrannt. Die vollständig ausgeglühten toten Massen werden dann in den einzelnen Chargen entsprechenden regelmässigen Zeitabschnitten aus den einzelnen Abteilungen von *G* durch die Thüren *F* herausgenommen und der weiteren Verwendung übergeben. Ferner befinden sich bei *m* regulierbare Öffnungen zum Lufteinlass und bei *D* solche zu Gaseinlass. Die bei *m* eintretende Luft erwärmt sich an dem Gewölbe über *C* und gelangt durch Öffnungen *n* nach *p*, um entweder dort eine vollkommene Verbrennung der von *C* kommenden Gase zu bewirken, oder das durch *d* eintretende Gas zu verbrennen zur jeweiligen grösseren Hitzeentwickelung in *D*.

Die aufzuarbeitende Lauge wird nun zunächst nach dem Behälter *A* geleitet, von hier nach *B* gehoben und gelangt, in dem Turm in vorbeschriebener Weise niederfliessend und Wasserdampf abgebend, nach *D*, von wo sie in eingedicktem Zustande nach *C* übergeführt und dort vollständig aufgearbeitet wird. Die Feuergase gehen, von *H* kommend, wie bei den übrigen Abdampföfen, den entgegengesetzten Weg. Die Anordnung hat den Vorteil, dass ausser dem Wegfall der Pfanne die ganze Anlage sich kompendiöser gestaltet, also viel weniger Flächenraum einnimmt.

Herr Carl Kellner hat bereits in den 70er Jahren einen Ofen zur Wiedergewinnung der Soda aus der Strohstofflauge

gebaut, bei welchem die Feuergase mittelst eines überhitzten Dampfstrahles über die Etagenpfannen gedrückt wurden. Es arbeitete dabei die Feuerung und der Kalzinierherd unter Zug, während der rückwärtige und der Konzentration gewidmete Teil des Ofens unter einem schwachen Druck von beiläufig 2 mm Wassersäule arbeitete. Es wurde dadurch erreicht, dass man die Feuergase langsam über jede beliebig grosse Verdampfungsfläche führen konnte, was durch den Zug eines Kamines wegen des bei der Verdampfung sich bildenden elastischen Wasserdampfes nur bis zu einem gewissen Grade möglich ist.

Der Vollständigkeit wegen sei noch erwähnt, dass ein amerikanisches Patent Nr. 388284 von John F. Kennedy, die in den ausgeglühten Rückständen noch befindliche Hitze dadurch ausnutzen will, dass ein gewöhnlicher Dampfkessel darüber gelegt, angenommen wird, der seine Dampfentwickelung durch diese ausstrahlende Hitze bewerkstelligen soll. Ob diese Einrichtung sich in der Praxis bewährt hat, ist dem Verfasser nicht bekannt.

Eine andere Einrichtung zur Sodagewinnung, die sich in der Praxis als sehr gut bewährt hat, befindet sich in der Cellulosefabrik Rannheim in Norwegen und ist von Herrn Laur. W. Jensen in Nr. 11 der „Pap.-Zeit.“ 1889 folgendermassen beschrieben: Die Wiedergewinnung der in den Laugen enthaltenen Salze erfolgt damit in drei Stufen: 1. Verdampfung des Wassers bis zu einer Konzentration der Lauge von etwa 30° B. in Dampfkesseln, Röhrkesseln und Pfannen, wobei die Feuerluft im Gegenstrom der Lauge so entgegengeführt wird, dass die in den Fuchs abziehenden Gase ihre Wärme bis auf 150 bis 200° C. abgeben.

2. Eindickung der konzentrierten Laugen bis zur Schlammdichte in einer feuerfesten Eindickwanne durch offenes Feuer. — 3. Vergasung der Inkrusten beim Niederschmelzen der Salze in einem retortenähnlichen Ofen, welcher mit der Eindickwanne so verbunden ist, dass die Gase in das Hauptfeuer treten, dort verbrennen und so zur Eindickung der Lauge mit beitragen. Die Verdampfung des Wassers beginnt in zwei Dampfkesseln *A*, welche durch ein Rohr *d* verbunden sind; die Lauge wird durch die Rohre *bb* in den Kessel gepumpt und bleibt da, bis sie eine bestimmte Dichte hat. Der in den Kesseln entwickelte Dampf wird in den Domen *D* dadurch von etwa anhaftender Lauge befreit, dass in jedem ein Siebboden mit aufgelegten

Eisenstücken angeordnet ist. Die in den Kesseln verdickte Lauge wird in bestimmten Zeitabschnitten mittelst der Ausblaserohre *g* abgedrückt und durch Rohrleitung *h* in den

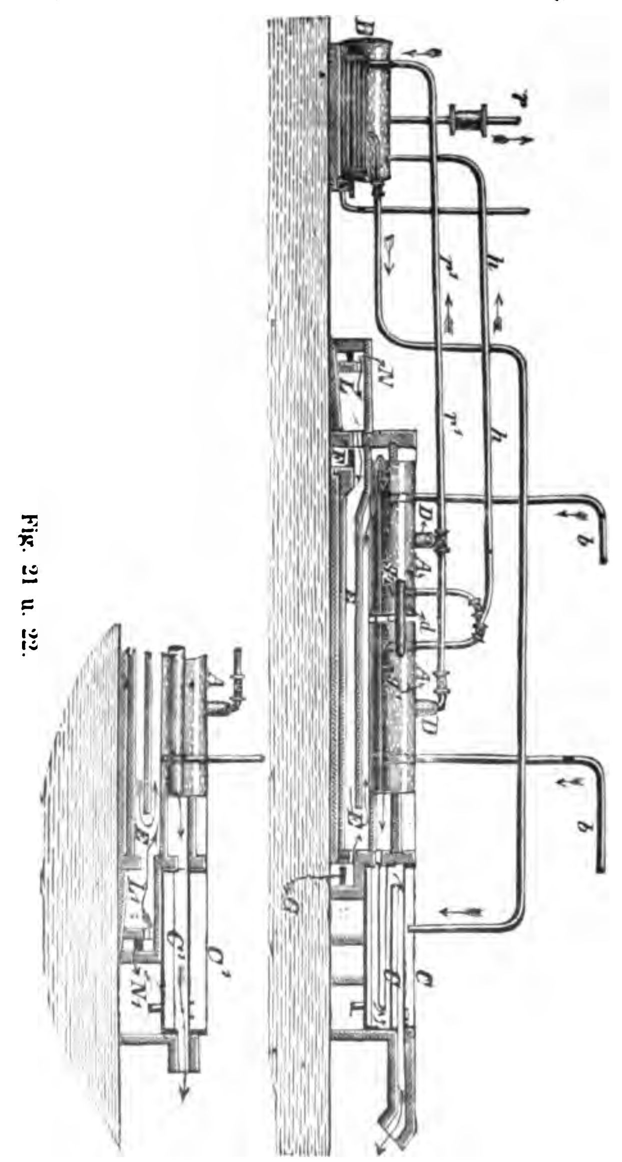


Fig. 21 u. 22.

Röhrenkessel *B* geführt. Ein Abdampfrohr *r* führt den beim weiteren Abdampfen der Lauge entwickelten Damf aus *B* zu den Trockencylindern der Papiermaschine. (Der Dampf kann natürlich zu jedem anderen Zwecke verwendet werden!) Die

Heizung des Röhrenkessels erfolgt durch den beim Abdampfen der Laugen in den Kesseln *A* entstandenen Dampf, welcher aus dem Dom *D* durch Rohr R^1 in die Heizrohre gelangt. Unter normalen Verhältnissen wird die 13 bis 21grädige Lauge im Röhrenkessel auf 21 bis 27° B eingedampft und dann in die oberste der vier Abdampfpfannen *C* abgelassen, welche ursprünglich, über und gegeneinander versetzt, so eingemauert waren, dass die Feuergase, welche den Kessel *A* in der Richtung der Pfeile bestrichen hatten, nunmehr in der Pfeilrichtung über die unterste Pfanne und weiter auf ihrem Weg zum Schornstein über die drei anderen Pfannen hinzogen. Da aber dadurch, dass die Gase zu stark abgekühlt wurden, schlechter Zug entstand und ausserdem der Raum unterhalb für einen Schmelzofen gebraucht wurde, nahm man den Etagenofen weg und liess die Verbrennungsgase zwischen zwei mit Lauge gefüllten Pfannen hindurch direkt nach dem Schornsteine ziehen, wie Fig. 15 zeigt. Die Lauge wird hierdurch zu circa 30° B eingedickt und von der untersten Pfanne in die Eindickwanne *E* durch eine Rohrleitung abgelassen. — Die Eindickwanne *E* ist ein mit feuerfesten Stoffen ausgelegter und überwölbter flacher Raum, in welchem die Lauge bis dicht an den oberen Rand der Feuerbrücke steht. — Die Planrostfeuerung *F* dient zur Erzeugung der Flamme, welche durch den natürlichen Zug in die Wanne hineinschlägt und durch das Deckgewölbe gezwungen wird, dicht über der Lauge hinzustreichen, wodurch das Wasser weiter verdampft wird. Durch Öffnungen in der Längswand der Wanne wird die Lauge während des Eindickens fortgesetzt umgerührt und damit deren Entwässerung befördert. Ist die Lauge so dicht wie zäher Schlamm geworden, so wird das Feuer in *F* gedämpft und durch die Öffnungen herausgezogen. Danach wird sie in den retordenähnlichen Schmelzofen *L* geworfen, wo durch Heizen in der Feuerung *N* die Verdampfung des Wasserrestes, fortgesetzte Verbrennung der Inkrusten und Niederschmelzen der Salze stattfinden. — Die Feuergase legen somit im Ofen folgenden Weg zurück: Die Gase von *L* (Fig. 18) mischen sich mit denen von *F*, streichen durch die Eindickwanne *E* und mischen sich mit den Flammen des Schmelzofen L^1 (Fig. 19). Die heissen Feuergase ziehen nun unter den beiden Kesseln entlang, von hinten nach vorn, teilen sich dort, indem sie durch zwei Feuergänge zurückkehren und ziehen wieder gemeinschaftlich über die Pfanne *C*.

Den Feuergasen wird auf ihrem Weg eine solche Wärmemenge entzogen, dass sie mit keiner höheren Temperatur in den Schornstein entweichen, als zur Erhaltung des Zuges notwendig ist. Gegenüber den meisten in Europa bisher gebräuchlichen Einrichtungen bietet die vorstehend beschriebene erhebliche Brennstoffersparnis durch vollständige Ausnutzung der Feuergase.*

Es ist möglich, mit 1 Kilo Kohlen 2,5 Kilo reines, geschmolzenes Salz wieder zu gewinnen und noch Dampf zum Trocknen von 1,5 Kilo Zellstoff übrig zu haben.

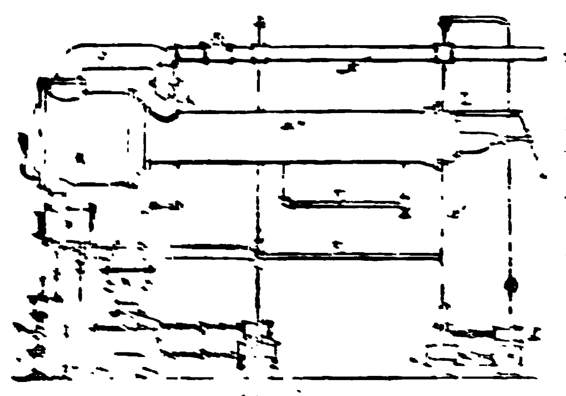


Fig. 23.

Derselbe Herr Jensen, welcher die oben beschriebene Einrichtung Jahre lang in der Praxis als sehr gut anerkannt hat, hält aber ein amerikanisches Patent, welches [illegible] T. [illegible] auf ein Soda-Wiedergewinnungs-Verfahren hat und das auch in Deutschland durch Patent No. [illegible] geschützt ist, für noch besser. In No. [illegible] Jahrgang [illegible] ist dasselbe folgendermassen beschrieben: [illegible] erfolgt das [illegible] nicht durch direkte [illegible] sondern durch [illegible], wodurch ein geringerer Brennstoff-Aufwand erzielt werden soll. Figuren 23 und 24 zeigen die Einrichtung in der Seitenansicht und im Grundriss.

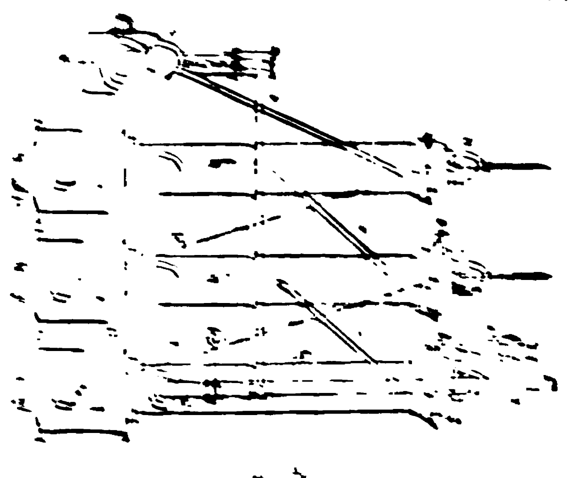


Fig. 24.

Das Eindicken geschieht in drei [illegible] hintereinander liegenden Kesseln [illegible] Teile [illegible] H [illegible] H [illegible] sind [illegible] und [illegible] durch

Scheidewände abgeschlossen. Die Endräume stehen durch eine grössere Anzahl enger Röhren, welche in den Scheidewänden endigen und die mittleren Räume durchdringen, mit einander in Verbindung. Die einzudickende Ablauge wird mittelst einer Pumpe durch ein Rohr *O'* in den Endraum *L* geleitet und durchfliesst die engen Röhren nach dem anderen Endraum *A*. Durch das Rohr *K* wird in den mittleren Raum *H''* Dampf geleitet, welcher die Röhren umspült, und seine Wärme durch die Rohrwandungen an die Ablauge abgiebt. Das Kondenzwasser wird durch Rohr *V* beständig abgeführt. Die erhitzte Lauge ergiesst sich in den Vorraum *A*, giebt eine erhebliche Menge Dampf ab und fliesst dann, um ein gewisses Mass eingedickt in den unter *A* gelegenen Behälter *E*, um von hier durch Rohr *U* nach dem zweiten Endraum *L'* (Fig. 24) befördert zu werden, von wo sie wieder, wie oben beschrieben, durch enge Rohre nach dem Endraum *B*, von diesem durch Rohr *U'* nach *L''* und von L'' nach *C* fliesst. Der in dem Endraum *A* aus der Lauge entweichende Dampf tritt durch Rohr *H* nach dem zweiten mittleren Raum *H'''*, um hier ebenso wie in *H''* der frische Dampf, durch die Wandungen der engen Röhren auf die Ablauge zu wirken. Das Kondenzwasser wird wieder durch Rohr *V* abgeführt. Der in dem Endraum *B* aus der Ablauge entweichende Dampf tritt durch Rohr *J* in den dritten mittleren Raum *H''''*, um hier in derselben Weise zu wirken, wie vorhin angegeben. Der schliesslich in dem Endraum *C* aus der Ablauge noch entweichende Dampf wird durch Rohr *J* nach dem Kondensator *W* der Vakuumspumpe gesaugt, während die eingedickte Ablauge durch Pumpe *P* abgeführt wird. —

Das durch Pumpe *O* erzeugte Vacuum wirkt auf alle 3 Kessel in abnehmendem Grade, so dass dasselbe in dem Raum *A* am geringsten, in dem Raume *C* am höchsten ist. —

Wie aus Obigem ersichtlich, wird frischer Dampf nur in den ersten Kessel *H''* geleitet, während in den folgenden durch den Abdampf der Laugen abgedampft wird. Der Dampfverbrauch soll aus diesem Grunde gering sein, da ein Tripel Effekt Yargan z. B. 15 Kilo Wasser durch 1 Kilo Kohlen verdampfen kann. Die Lauge wird durch den Yargan-Eindampfer auf 40° B. konzentriert; die ganze Soda-Wiedergewinnung ist weit reinlicher als man es gewöhnlich findet, ausserdem sind zur Bedienung im Ganzen nur 10 Mann in 24 Stunden nötig, um die Soda für 20 Tonnen Zellstoff wieder zu gewinnen,

während in Rauheim z. B. für 8 Tonnen 20 Mann gebraucht wurden. Der Yargan hat sich schon in verschiedenen amerikanischen Fabriken glänzend bewährt, da in einer derselben z. B. täglich 18 Tonnen Kohlen dadurch gegen das frühere Verfahren erspart werden. Der weiteren Einführung in Deutschland steht zunächst wenigstens noch der sehr hohe Preis der ganzen Einrichtung, besonders wegen der ausserordentlich hohen Patentgebühr entgegen. Im allgemeinen haben sich die sehr teuren und deshalb starke Abschreibungen bedingenden Apparate mit Vacuumbetrieb nur da bewährt und bezahlt gemacht, wo entweder, wie beim Zucker, das Kochen bei höherer Temperatur und an freier Luft der Substanz Nachteil bringt, oder wo viel sonst frei entweichender Abdampf und billige mechanische Kraft für den Betrieb der Luftpumpen respektive Kondensatoren vorhanden ist. Nach dem Erscheinen der ersten Auflage dieses Buches sind zwar besonders bezüglich der Wiedergewinnung der Soda, in der Natronzellstoff-Fabrikation noch einige andere Änderungen und Einrichtungen entstanden und veröffentlicht worden, die aber hier wegbleiben können, da nicht zu leugnen ist, dass sich die Natron-Zellstoff-Fabrikation, wenigstens in Deutschland nicht nur im Stillstand befindet, sondern im Niedergang begriffen ist, während sich die Sulfitverfahren immer mehr ausbreiten. Es sei deshalb nur darauf hingewiesen, dass die „Papierzeitung", Jahrgang 1892, Seite 2966 Abbildung und Beschreibung eines Dreh-Kalzinierofen bringt, während in 1893 Seite 264 ein Artikel über Filtration der Natronlaugen steht, Seite 4 ein feststehender Kalzinierofen mit Riesel- oder Einspritz-Eindampftürmen und auf Seite 290 ein Eindampfkessel für Natronlauge abgebildet ist.

B. Sulfitverfahren.

Im Gegenteil zu dem eben beschriebenen Natronverfahren beruht das Sulfitverfahren auf der Behandlung des Holzes mit Säuren und zwar in letzter Zeit nur mit schwefliger Säure (SO_2), die, wie die Formel schon zeigt, aus der Verbindung von 1 Teil Schwefel und 2 Teilen Sauerstoff besteht. Dieselbe ist ein Gas von starkem, stechendem Geruch, das, der Luft beigemengt, die Atmung erschwert, aber dem menschlichen Körper nicht so absolut schädlich ist, als man denken sollte. Im Gegenteil ist in der neueren Zeit natürlich unter Beobachtung der nötigen Vorsichtsmassregeln, die Einatmung von schwefliger Säure als

heilsam gegen Lungenschwindsucht empfohlen worden und wird z. B. im Augusta-Viktoria-Bad in Wiesbaden bereits zu diesem Zwecke praktisch ausgeführt. Die SO_2 kann bei niedriger Temperatur oder hohem Druck in flüssigen Zustand übergeführt werden. Wasser verschluckt SO_2 in grossen Mengen, wie umgekehrt von ihr auch aus der Luft Wasser angezogen wird. Auf dieser leichten Verbindung mit Wasser beruht nun auch ihre praktische Anwendung, da eine wässerige Lösung am bequemsten zu handhaben ist. Der Amerikaner Tilghman hat, wie aus der anfangs angeführten chronologischen Tabelle ersichtlich, 1866 zuerst die SO_2 zur Auflösung der Inkrusten vorgeschlagen, auch ein Patent darauf erhalten und zwar unter Nr. 2924 ein britisches, am 31. März 1867 auch ein preussisches und am 26. Oktober 1867 sein amerikanisches. In der Patentschrift zu letzterem ist die ganze Fabrikationsmethode sehr genau und ausführlich beschrieben und in der P. Z. 1884 auch die weiteren, praktischen, grösseren Versuche, ebenso in „Hofmanns Handbuch“, S. 1418. Trotzdem hat er seine Erfindung nicht so ausgenutzt, wie dies wünschenswert gewesen wäre, seine Arbeitskraft hat er anderen Ideen zugewandt, so dass schliesslich die vielversprechende Herstellung von Zellstoff mittelst einer Sulfitlauge gar nicht zu allgemeiner Anwendung kam. Nach Tilghman fand Ekman in Bergvik in Schweden ebenfalls ein Verfahren, durch schweflige Säure Zellstoff darzustellen und war der Erste, der nach Beendigung seiner Versuche brauchbare Handelsware im grossen darstellte. Da er die Fabrikation anfangs geheim betrieb, nahm er erst später ein Patent und erhielt dies auch am 13. Juli 1881. Ihm zuvor kam jedoch damit in Deutschland Professor Alexander Mitscherlich, welcher Patente erhielt nicht nur auf das chemische Verfahren, durch Sulfitlauge aus Holz Zellstoff zu gewinnen, sondern auch auf einzelne Teile der dazu nötigen Einrichtungen. Hauptsächlich erfolgreich für ihn war es, dass er eine grosse Anzahl von Verträgen schloss mit denjenigen Papierfabrikanten, welche ihm sein Verfahren abkauften und als Gegenleistung ausserdem noch die Zusicherung erhielten, in bestimmt abgegrenzten Bezirken, den sogenannten „Sperrbezirken“, die Cellulosefabrikation allein ausüben zu dürfen. Durch eine Klage veranlasst, wurde vom Reichsgericht bereits 1884 der Hauptteil des Mitscherlichschen Patentes Nr. 4179 aufgehoben, da durch Bekanntwerden des viel älteren Tilghmanschen Patentes, diesem die Priorität

zuerkannt werden musste. Ausserdem entspann sich von 1893 an in der „Papierzeitung“ eine heftige Polemik darüber, ob Mitscherlich oder C. D. Ekman zuerst verkäuflichen Zellstoff im Grossen hergestellt habe, welche schliesslich zu Gunsten des letzteren entschieden wurde.

Die in der ersten Auflage dieses Buches enthaltene Bemerkung, dass Professor Alexander Mitscherlich der eigentliche Vater der praktischen Sulfit-Zellstoff-Fabrikation sei, lässt sich daher heute nicht mehr vollständig aufrecht erhalten, wenngleich ihm wegen der praktischen Ausgestaltung und besonders der geschäftlichen Einführung des nach ihm benannten Verfahrens noch genügende Verdienste zukommen.

Zunächst ist nun hier anzuführen, wie die Sulfitlauge nach Mitscherlich hergestellt wird. Die SO_2 entwickelt sich durch Verbrennen von Schwefel oder schwefelhaltigen Verbindungen. Unter letzteren kommt der verhältnismässig billige Schwefelkies in Frage, der nahezu aus 1 Teil Schwefel und 1 Teil Eisen besteht; wenn der Schwefel billig zu beschaffen ist, d. h. billiger als das Dreifache des zur Verfügung stehenden Schwefelkieses beträgt, so wird man sich für die Anwendung von Schwefel entscheiden, bei dessen Verbrennung kaum ein direkter Verlust vorkommen kann, während der Schwefelkies nach dem Verbrennen im Innern der einzelnen Stücke mindestens 4% unverbrannten Schwefel zeigt, welcher Verlust manchmal bis 10% geht. Der Ofen bei Anwendung von gediegenem Schwefel kann einfach sein: Es genügt eine gemauerte Kammer, deren Boden eine starke Eisenplatte bildet; einige niedrige, eiserne Wände teilen den Verbrennungsraum unten in mehrere Abteilungen, die von aussen durch Thüren einzeln zugängig sind, so dass Füllung, Beschickung, Reinigung der Fächer während des Betriebes abwechselnd erfolgen kann. Der Ofen ist ebenfalls mit einer eisernen Platte abgedeckt, welche aber durch Wasser abgekühlt wird, damit sich beim Brennen kein Schwefel unverbrannt verflüchtigt. Die Beobachtung und Luftregulierung erfolgt durch kleine in den Thüren angebrachte Schieber.

Sehr oft aber kann man nur mit Schwefelkies rechnen. Dieser muss durch Hämmer mit der Hand in nussgrosse, möglichst gleichmässige Stücken zerschlagen werden, welche nicht gerade leichte Arbeit im Accord vorzunehmen ist. Es giebt zwar auch Steinbrechmaschinen dazu, doch sollen diese zu viel klaren Abfall geben und dieser muss vermieden werden. —

Hat sich nach und nach durch das Klopfen klarer Schwefelkies angesammelt, so kann man denselben dadurch verwerten, dass man ihn mit Lehm vermischt und daraus kleine Klöschen knetet, die, nachdem sie auf dem Ofen vollständig getrocknet sind, mit in den Ofen gegeben werden können, ohne eine Verstopfung des Rostes befürchten zu müssen. Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass ein Herr Maletra einen Plattenofen konstruiert hat, der hauptsächlich zum Abrösten von Feinkies, respektive Staubkies mit Vorteil Verwendung findet.

Der geklopfte Kies muss vor der Verwendung an einem möglichst trockenen und warmen Ort aufbewahrt werden, am besten in dem Lokal, wo die Kiesöfen stehen. Einen solchen Kiesofen zeigen die Figuren 25, 26, 27 in 2 Querschnitten und dem Grundriss: Der Ofen ist ziemlich quadratisch, im Innern mit Chamottsteinen ausgelegt, circa 1,5 Meter im Lichten weit, mit einem flachen Chamottgewölbe überspannt, in dessen Scheitel sich eine Öffnung für den Abzug der Gase befindet, die zunächst in einen Zwischenraum treten, der durch ein zweites, über das erste Gewölbe gespannte Gewölbe gebildet ist. Da in der Regel je nach der Grösse des Betriebs 3, 4 oder mehr Kiesöfen neben einander, oder noch besser mit dem Rücken gegen einander stehen, von denen jedoch nicht alle immer gleichzeitig in Benutzung sind, so müssen dieselben unter einander und mit den verschiedenen, später zu beschreibenden Türmen verbunden werden. Dies geschieht dadurch, dass über die Öfen 2 Kanäle gelegt sind, von denen der eine durch die Öffnung *A*, der andere durch Öffnung *B* mit dem erwähnten Zwischenraum in Verbindung steht. Beide sind durch eigentümlich konstruierte Ventile geschlossen, ähnlich den Ventilen mit Wasserverschluss, nur dass wegen der Hitze hier nicht Wasser, sondern Sand oder klarer Schwefelkies als Abschlussmittel angewendet wird. Das erwähnte zweite Gewölbe dient ausserdem dazu, das innere gegen Abkühlung zu schützen. Ungefähr $^1/_2$ Meter vom Fussboden liegt ein Rost, der aus starken, einzelnen, vierkantigen, ziemlich nahe an einander befindlichen Stäben besteht, welche sich durch einen, am vorderen Ende angesteckten Schlüssel drehen lassen und dadurch während des Röstprozesses ein Reinigen des Rostes, d. h. ein Durchfallen der Schlacken ermöglichen. Diese Vorderöffnung, durch welche das Drehen der Roststäbe, sowie das Herausziehen des ausgeglühten Kieses geschieht und ebenso die eigentliche Feuerungs-

öffnung C, die zur Einführung des frischen Schwefelkieses dient, sind mit gutschliessenden Thüren versehen, die in der Regel noch mit Lehm verschmiert werden und ein kleines, mit einer Klappe oder Glasscheibe verschlossenes Loch besitzen, durch das der Verbrennungsprozess jederzeit beobachtet werden kann.

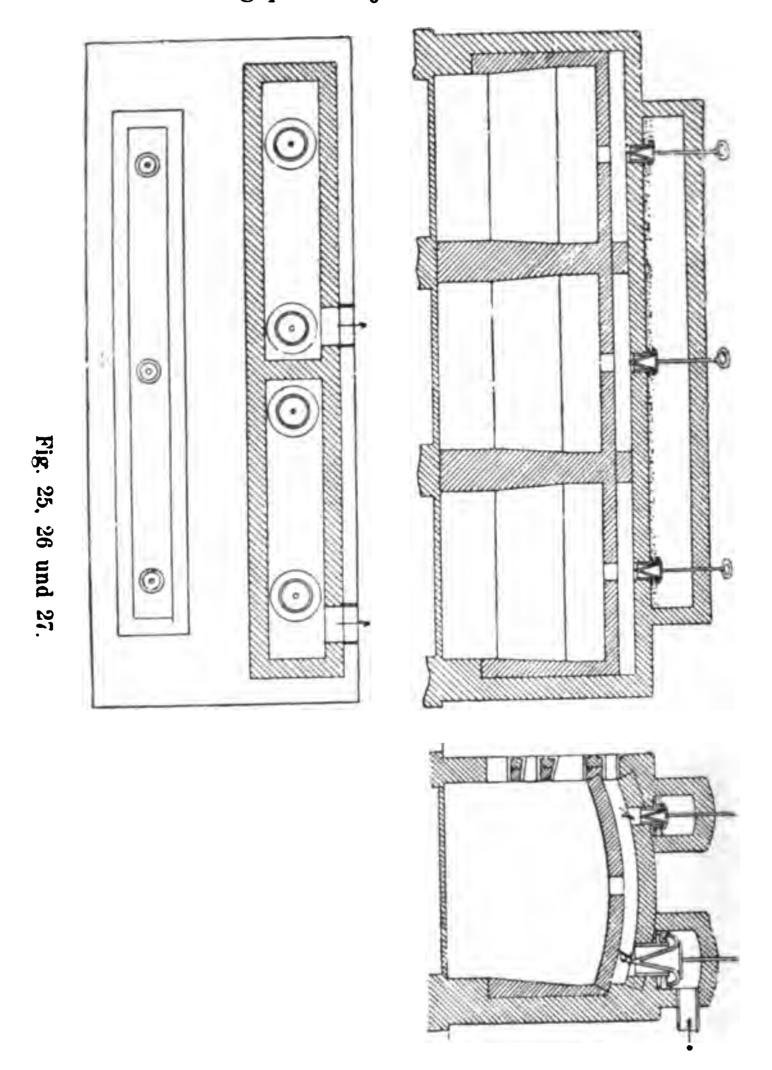


Fig. 25, 26 und 27.

Dieser Prozess vollzieht sich nun, nachdem der Ofen einmal in Gang gebracht ist, folgendermassen: Zu dem brennenden, in heller Rotglühhitze befindlichen Schwefelkies tritt etwas atmosphärische Luft, deren Sauerstoff sich bei der hohen Temperatur mit dem Eisen des Kieses zu Eisenoxyd und mit dem Schwefel

zu schwefliger Säure verbindet. Dabei muss nun die Regulierung so geschehen, dass nicht zu viel Luft eintritt, aber doch genug, um den Ofen stets in intensiver Glühhitze erhalten zu können. Auch muss darauf gesehen werden, dass die Kiesstücken alle vollständig bis ins Innere durchbrennen, damit nur Eisenoxyd und nicht ein Teil des Schwefels mit auf den Schlackenhaufen befördert wird, was eventuell einen bedeutenden Schaden ergeben würde, wie oben schon angegeben. Zu geringer Luftzutritt hat ausserdem noch den Nachteil, dass manchmal eine Abscheidung von unverbranntem Schwefeldampf eintritt, die sogenannte Sublimation, was für den späteren Kochprozess von grossem Nachteil sein kann. — Um eine möglichst konzentrierte Lösung von schwefliger Säure bei der weiteren Behandlung zu erhalten, müssen die Gasarten, die aus dem Kiesofen treten, möglichst viel SO_2 enthalten, und das geschieht nur, wenn der Luftzutritt auf das unumgänglich nötige Mass beschränkt wird, andererseits aber die Gase selbst eine möglichst niedrige Temperatur besitzen. Deshalb führt man sie nicht direkt in den Turm, der zur Herstellung der Lauge nach Mitscherlich's System notwendig ist, sondern kühlt sie dadurch ab, dass sie in starken Röhren bis zu $^2/_3$ oder $^3/_4$ der Höhe hinauf und dann wieder herab bis zum Fuss des Turmes geführt werden. Aus diesem Grunde entsteht in den Sommermonaten stets eine weniger starke Lösung als im Winter, was bezüglich des gleichmässigen Betriebes ein Nachteil genannt werden muss. Man kann sich dadurch etwas helfen, dass man an den erwähnten Röhren äusserlich fortgesetzt Wasser zur Abkühlung herabrieseln lässt, kommt jedoch dadurch noch lange nicht dem günstigen Einfluss der Winterkälte nahe.

Welchen Einfluss die Temperatur auf die Darstellung der Lauge hat, kann man leicht aus folgender kleiner Tabelle sehen, welche die Absorptionsfähigkeit des Wassers bei verschiedenen Temperaturgraden zeigt: 1 Kbmtr. Wasser von

	2°	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	
verschluckt:	75	70	65	61	57	53	49	45	42	Kubikmtr. SO_2.

An dem oben erwähnten aufsteigenden Rohr bringt man mit Vorteil in der Nähe des Ofens zwei kleine Stutzen an, die, wie der Wasserstandzeiger am Dampfkessel durch ein Glasrohr verbunden sind, so dass man die Cirkulation der dem Kiesofen entweichenden Gase beobachten kann. Ist Sublimation eingetreten, also Schwefel in den Gasen enthalten, so zeigt sich

am Gase eine gelbe Färbung, und es muss dann sofort für besseren Zug gesorgt, also etwas mehr Luft zugelassen werden. Um die gasförmige schweflige Säure nun in die anfangs erwähnte wässerige Lösung überzuführen, ist es notwendig, das Gas einem feinen Wasserregen entgegenzuführen; die so gewonnene wässerige schweflige Säure ist aber sehr ungleichmässig zusammengesetzt und für den späteren Kochprozess daher wenig geeignet. Aus diesem Grunde zieht man es vor, Verbindungen mit Basen zu benützen, welche sich leichter aufbewahren lassen, und wählt aus praktischen Gründen den leicht zu beschaffenden, verhältnismässig billigen Kalkstein, zuweilen auch Magnesia. Mitscherlich schlägt Kalk vor und zwar möglichst porösen, damit eine grosse Oberfläche vorhanden ist, der aber nicht zu weich sein darf, damit er sich nicht zu schnell auflösst, schmierig wird und Verstopfung des Thurmes herbeiführt. Der Kalkstein wird zerschlagen, in circa 100 mm im Durchmesser haltenden Stücken angewendet. Andere Fabriken, die nach demselben System arbeiten, verwenden aber nicht Tuffkalk, sondern Dolomit, Jurakalk und kommen wie sie behaupten, wegen der grösseren Härte weiter damit. Carl Kellner hat zuerst den Dolomit angewendet, und hat sich das Verfahren patentieren lassen.

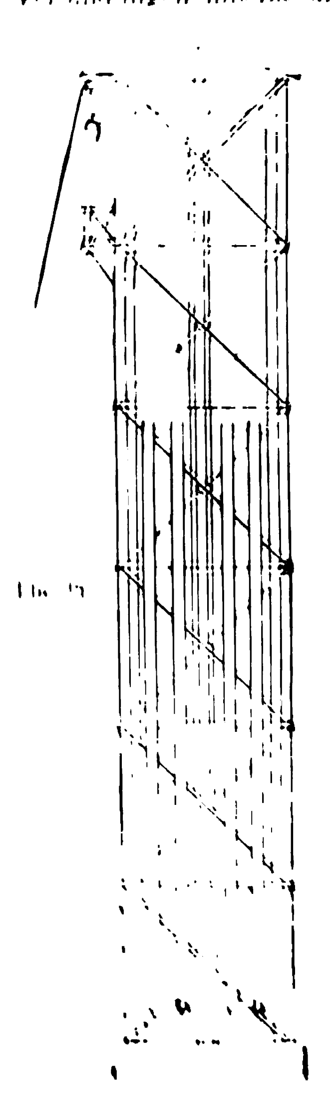


Fig. 29.

Der schon öfter erwähnte „Turm“, das charakteristische Zeichen der meisten Cellulosefabriken, ist nun folgendermassen konstruiert: Fig. 28 und 29 zeigt eine oberflächliche Skizze davon. Auf einem starken, quadratischen Fundament sind zunächst mindestens [illegible] und mehr gemauerte, [illegible] angebracht, auf [illegible] stehenden Türme [illegible] des Wechsels

halber werden auch bei kleinem Betrieb mindestens 2 Türme gebraucht. Diese 30 bis 35 Meter hohen Türme werden dadurch gebildet, dass man einzelne Fässer, eigentlich cylindrische Röhren aus bestem, fetten Kiefernholz, die mit starken eisernen Reifen gebunden sind, aufeinandersetzt, die Fugen mit Werg ausstopft und alles stark mit Theer überstreicht. Da die unteren Teile durch die Kalkfüllung, welche je nach der Weite (in der Regel 1 Mtr.) und Höhe des Turmes ein Gewicht von über 1000 Centner repräsentiert, sehr starken Druck auszuhalten haben, müssen die unteren Wandstärken grösser genommen und auch die Reifenzahl erhöht werden. Direkt über das gemauerte Reservoir, in welches oben die abgekühlten Verbrennungsgase aus den Kiesöfen eintreten und an dessen Boden die fertige wässrige Lösung nach den Laugenreservoirs abgeführt wird, liegt ein starker Rost aus Eichenholz, dessen einzelne Balken wie Roststäbe unten schwächer werden. Damit das grosse Gewicht des Kalkes nicht allein hierauf ruht, gehen noch 2 starke Balken quer durch den Turm, die von aussen unterstützt sind. Den oberen Abschluss jeden Turmes bildet ein Wasserreservoir, das von unten durch eine Pumpe gespeist wird, aus welchem, je nach Bedürfnis, durch einen Hahn regulierbar, ein Wasserstrahl auf den Kalk gelassen werden kann. Durch einen Stopfen oder durch ein Ventil muss aber auch eine grössere Wassermenge, respektive der ganze Inhalt des Reservoirs plötzlich abgelassen werden können, wenn es sich notwendig macht, den Turm auszuspülen. Dicht unter dem Wasserfass ist eine seitliche Öffnung, durch welche die Kalkfüllung erfolgt. Dieselbe muss natürlich gut verschliessbar sein, wie auch mehrere kleine Öffnungen, die sich in verschiedenen Höhen befinden. Die verschiedenen Türme sind umgeben und zusammengehalten durch ein starkes, etagenförmiges Gerüst, dessen einzelne Abteilungen durch Treppen mit einander verbunden sind, und das oben überdacht ist, so dass das Gauze einen einzigen hohen Turm bildet, der natürlich,

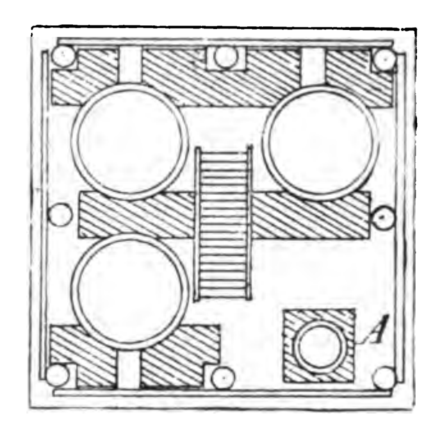


Fig. 29.

da er dem Wind eine grosse Oberfläche bietet, durch Drahtseile von allen Seiten mit dem Fussboden gut verankert sein muss. In der obersten Etage befindet sich in der Regel ein balkonartiger Austritt, von welchem aus der durch eine Winde in die Höhe gezogene Kalkkübel nach der Füllöffnung befördert wird. Befindet sich die Turmanlage in der Nähe einer Transmission, so ist es natürlich besser, das zeitraubende Kalkaufwinden durch einen mechanischen Aufzug bewirken zu lassen. Aus praktischen Gründen ist es nun gut, die erste Turmfüllung nicht erst nach Vollendung des Turmes vorzunehmen, da der Rost bei dem Herunterfallen der Kalkstücken aus so grosser Höhe leiden, der Kalk selbst zerbröckeln und dadurch gleich zu Anfang Anlass zur Verstopfung geben könnte, sondern während des Aufbaues schon die einzelnen Abteilungen zu betragen. Zu erwähnen ist nur noch, dass das aufsteigende eiserne Rohr am oberen Ende, wo es das Knie bildet, mit einem Deckel, der gut verschmiert sein muss, versehen ist. Dieser Deckel wird geöffnet, wenn die Anwärmung eines neu in Betrieb zu stellenden Kiesofens geschieht, und kommt erst zum Verschluss, wenn der Kies mit blauer Flamme brennt, also die Beschickung vollständig in Ordnung ist. Dann erst tritt die gasförmige schweflige Säure von unten in den Turm, zieht nach oben, dem über den Kalk hinwegfliessenden Wasser entgegen.

Da voraussichtlich gerade an den Wandungen des Turmes sich die grössten, vom Kalk nicht ausgefüllten Hohlräume befinden werden, andererseits das Wasser sie auch nicht überall gleichmässig bespülen wird, die hinaufsteigende, oder vielmehr durch den Zug heraufgesaugte schweflige Säure daher ungleichmässig absorbiert werden würde, so sind im Innern des Turmes verschiedene vorstehende Ringe an die Wandung angesetzt, woran sich die Gase stossen und ebenso das, vielleicht einseitig an den Wänden herabfliessende Wasser abgelenkt und dem Innern der Kalkfüllung zugeführt wird. Durch die auf dem langen Wege durch den Turm erfolgende Berührung der schwefligen Säure mit dem Kalk bildet sich zunächst schwefligsaurer Kalk, wobei die Kohlensäure des Kalkes frei wird. Durch das Wasser wird nun die schweflige Säure gelöst, und diese wieder hat die Fähigkeit, den im Wasser schwer löslichen schwefligsauren Kalk aufzulösen und „doppeltschwefligsauren Kalk“ zu bilden. Wie schon erwähnt, ist bei diesem chemischen Vorgang die Temperatur von grossem Einfluss und auch die Art der

Luftzuführungen bei dem Verbrennungsprozess; es ist also dies, sowie die Menge des herabfliessenden Wassers immer zu beachten, denn auch davon hängt die Konzentration der Lauge ab. Wird zu viel Wasser zugelassen, so ist das Endprodukt die Lauge, oder richtiger ausgedrückt die erhaltene wässrige Lösung von doppeltschwefligsaurem Kalk zu sehr verdünnt. Aus dem gemauerten Reservoir im Fundament des Turmes wird diese Lösung nun durch ein Bleirohr in grosse hölzerne Bottiche abgelassen, welche am besten so hoch stehen, dass die Lauge später direkt durch eine Rohrleitung nach dem Kocher laufen kann. Wo dies die lokalen Verhältnisse nicht gestatten, ist es am besten, gemauerte und möglichst gut zugedeckte Reservoire zu benutzen, aus denen die Lauge im Bedarfsfalle durch eine Pumpe in den Kocher befördert werden kann. Dann ist es aber gut, die Lauge vorher in einem Fass aufzufangen, da es notwendig ist, dass die Konzentration der Lauge während des Betriebes durch den bei den Kiesöfen beschäftigten Mann und die technischen Beamten möglichst oft mit Hilfe eines Aräometers gemessen wird, damit, wenn die Lauge zu schwach werden sollte, sofort Abhilfe erfolgen kann. Die durchschnittliche Stärke beträgt im Sommer ungefähr $4^1/_2$ bis 5^0 B., dagegen im Winter 7^0 und mehr.

Wenn die Herstellung der Lauge ordnungsmässig verlaufen ist, so zeigt der Aräometer den richtigen Gehalt der Lauge an doppeltschwefligsaurem Kalk an; wenn aber Sublimation eingetreten war, so bildet sich im Turm Polythionsäure (nach Dr. Frank soll dies unmöglich sein), deren Verbindungen dem Kochprozess schädlich sind, aber in der Lauge fälschlich als doppeltschwefligsaurer Kalk mitgewogen werden, also die Konzentration stärker angeben, als sie in Wirklichkeit ist.

Es ist schon öfter eine Verstopfung des Turmes erwähnt worden; dieselbe tritt ein nach 1 bis 2 Tagen, manchmal auch öfter, wenn der durch Säure teilweise aufgelöste und durch das Wasser zusammengeschwemmte Kalk sich unten am Rost oder einer anderen Stelle festgesetzt hat und den Gasen den Durchzug unmöglich macht. Dann fehlt der Zug und die Öfen „dämpfen“, d. h. das Gas tritt zu den Fugen heraus. Dann muss sofort der andere Turm angestellt werden. Das Hindernis wird gehoben, wenn man eine direkt über dem Rost angebrachte Klappe öffnet, die unterste Schicht Steine herauszieht, den Turm ein oder mehrere Male ausspült, zugleich auch die ganze Kalk-

schicht rutschen lässt, wodurch die Stücken in andere Lage kommen und die Arbeitsfähigkeit wieder hergestellt ist. Sobald sich die Kalkfüllung des Turmes einigermassen gesetzt hat, muss neuer Kalk aufgegeben werden. Die bei dem Reinigen des Turmes herauskommenden Stücke können, wenn sie nicht zu klein sind und ein gutes Abspritzen derselben erfolgt ist, mit frischem Kalk vermischt, wieder aufgefüllt werden.

Für jeden Betrieb ist nun ausser den eben beschriebenen Türmen noch ein kleinerer, sogenannter „Übertreibeturm" nötig, der einen geringeren Durchmesser hat, nicht so hoch wie die anderen zu sein braucht, mit den Abfallkalkstücken gefüllt ist und oft nur aus übereinander gesetzten Petroleum- oder Ölfässern besteht. In der Skizze ist er in Fig. 29 bei *A* angedeutet. Er ist mit Rost und Wasserrieselung wie die anderen Türme versehen, und wird nur gebraucht, wenn eine Kochung vollendet ist und die im Kocher unter Dampfdruck befindliche SO_2 entfernt, „abgeblasen" wird. Der Kocher steht mit diesem Übertreibeturm durch ein Bleirohr in Verbindung. Sobald das Wasser in diesem Turm bis herunter gelaufen ist, wird das Kocher-Ablassventil geöffnet, die dampfförmige SO_2 strömt dem Wasser entgegen und bildet, nahezu so lange das Übertreiben dauert, eine kräftige Lauge von ca. 12°, welche die Konzentration der schon gesammelten Lauge im Bassin oft sehr erwünscht erhöht.

An Stelle der durch Mitscherlich eingeführten hohen Türme, die ja manche Unbequemlichkeiten haben, aber so hoch sein müssen, da die schweflige Säure ziemlich viel Zeit braucht, um die kohlensauren Verbindungen zu zersetzen und in Sulfit zu verwandeln, sind später niedrige Türme vorgeschlagen worden, die auch völlig genügen, wenn statt Kalkstein gebrannter Magnesit angewendet wird. Die Türme sind dann nur 5 bis 6 Meter hoch notwendig. Professor Hoyer schreibt darüber in „Fabrikation des Papieres" Seite 203 Folgendes: Die hohen Türme bieten eine Menge Betriebsschwierigkeiten und Unsicherheiten dar, nicht nur wegen Hinaufschaffung des Rohmaterials auf solche bedeutende Höhe, sondern namentlich auch deshalb, weil infolge des grossen Gewichtes die unten liegenden und bereits locker gewordenen Teile zerdrückt werden und dem Säuregase das Aufsteigen erschweren. Da ausserdem hohe Türme wegen der Fundamentierung u. s. w. sehr teuer in der Herstellung werden, so ist in Vorschlag gebracht, statt eines

hohen Turmes mehrere niedrige, z. B. 3 von 6—8 Meter Höhe, neben einander zu bauen und durch Rohrleitungen so in Verbindung zu bringen, dass die in einem Turme nicht verschluckte Säure dem nächststehenden zugeführt wird u. s. w. Aber auch diese Teilung hat ihr Bedenken, indem auf solche Weise, wenn nicht eine höchst sorgfältige Wasserregulierung beobachtet wird, Sulfitlösungen von sehr verschiedener Grädigkeit entstehen, weil im letzten Turme ja nur noch wenig Säure zur Absorption übrig bleibt. Da man aber dem Gase auch in der Weise Zeit zur Einwirkung schaffen kann, dass man dem Turme grosse Querdimensionen giebt, so scheint es wohl geraten, statt der hohen engen Türme, niedrige weite Türme anzuwenden, deren Form sich als eine von der cylindrischen abweichenden ergiebt, wenn man sich vergegenwärtigt, dass eine gesättigte Sulfitlösung am sichersten durch allmähliche Anreicherung und durch ein Zusammentreffen von ungeschwächtem Gase unmittelbar vor dem Austritt des Sulfits aus dem Turme erhalten wird. Zu dem Zwecke sollte der Turm an der Stelle, wo das Gas zuerst mit dem Material in Berührung tritt, nicht weit sein, sich dann erst allmählich erweitern, um dem Gase lange Zeit zur Einwirkung zu lassen und sich nach oben wieder verengen, um die Geschwindigkeit der Säure im Verhältnis zu ihrer Abnahme zu vergrössern. Der auf solche Weise entstehende, durch Fig. 30 im Vertikalschnitt vor Augen geführte, aus den 2 mit den Grundflächen zusammengesetzten Kegeln gebildete Turm bietet insbesondere noch den Vorteil, dass bei geringerer Höhe ein bedeutender Fassungsraum und an den Flächen des unteren Kegels eine Stütze für das Rohmaterial gewonnen wird, welches sich nun im Verhältnis zu seiner Auflösung zusammenschiebt, ohne eine Gefahr für das Verstopfen der bei *b* angebrachten, nach unten sich erweiternden Sieblöcher herbeizuführen. Man gewinnt auf solche Weise bei einem Turm von nur

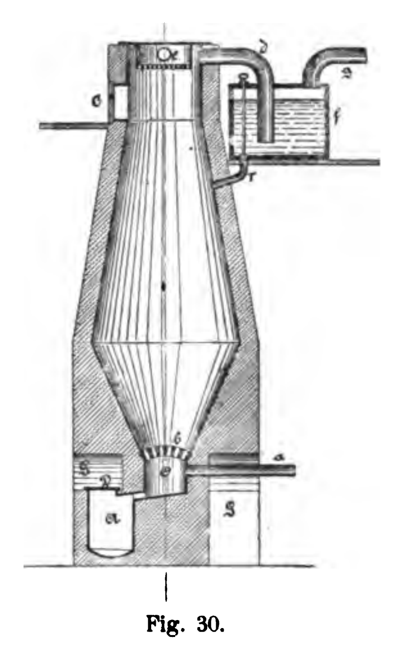


Fig. 30.

etwa 7 Meter Gesamthöhe einen Arbeitsraum von 7,5 Kubikmeter, wenn die Dimensionen in dem Verhältnis gewählt werden, das durch die Zeichnung angegeben ist. Man erkennt aus letzterer ferner bei *a* das Gaseintrittsrohr, bei *b* das durchbrochene Gewölbe, bei *c* die gut mit einer asphaltierten oder emaillierten Eisenplatte verschliessbare Öffnung zum Aufgeben des Rohmaterials, bei *d* das Gasabzugsrohr und bei *e* die Wasserbrause mit der Zuleitung *r*. Der Behälter *A*, in den von dem Raume *O* aus die Sulfitlösung gelangt, liegt zweckmässig in dem Gewölbe *G* ausserhalb der Turmaxe, damit man denselben nach abgenommenem Deckel *D* bequem von den mitgerissenen, ungelösten erdigen Teilen reinigen kann, die sich darin ansammeln. Das Entleeren erfolgt entweder durch ein Bleirohr mit Hahn oder durch Heber aus Bleirohr. Es ist notwendig dafür Sorge zu tragen, dass das Gas wegen seiner schädlichen Einwirkung auf die Vegetation vollständig absorbiert wird und die aus dem Turme kommende Luft daher, bevor sie an die Atmosphäre tritt, durch eine Masse zu führen, welche den letzten Teil der schwefligen Säure aufnimmt. Man verwendet dazu entweder Kalkmilch oder Natronlösung, die zweckmässigerweise in ein bei *f* angebrachtes, vollständig verschliessbares Gefäss gegossen wird, in welches durch das Rohr *d* die Turmluft eintritt, um die Lösung zu durchstreichen, um dann durch das Rohr *g* abzuziehen. Bei Ergänzung von Kalksulfit kann man die gesättigte Lösung direkt nach der Sättigung durch das Rohr *r* in den Turm ablassen. Befindet sich in dem Gefäss *f* dagegen Natronlauge, so füllt man das entstandene schwefligsaure Natron in Gasballons, um es als Antichlor zu verwenden. Um die beim Einfüllen der Rohmaterialien in dem Turm leicht eintretende Beschädigung des inneren Bleimantels zu verhüten, ist es anzuraten, namentlich den unteren Kegel mit Holzlatten zu belegen, die zugleich für das Ablaufen der Sulfitlösung geeignete Rinnen bilden. Bei solchem Schutz genügt es übrigens vollkommen, das Mauerwerk des Turms durch einige Theer- oder Asphaltanstriche vor der Einwirkung der Säure zu bewahren.

Ob nach diesem Vorschlag praktische Ausführungen gemacht worden sind, ist dem Verfasser unbekannt.

Eine andere Art der Sulfitlaugenbereitung, bei der aber auch das Turmsystem zur Anwendung kommt, ist die nach dem Verfahren von Ritter-Kellner. Herr Kellner hat, wie er 1885 in der „Papierzeitung“ selbst schreibt, allerdings zufällig, aber

unabhängig von Mitscherlich, die vorteilhafteste Anwendung der schweflichen Säure zur Cellulosefabrikation, also das Sulfitverfahren entdeckt und so ausgebildet, dass jetzt ein grösserer Teil der Cellulosefabrikanten nach seinen Angaben arbeitet (die allerdings von den Einzelnen nach mancher Richtung hin abgeändert wurden) und eine in gewisser Beziehung zwar von der Mitscherlich-Cellulose abweichende, jedoch vorzügliche Ware herstellt.

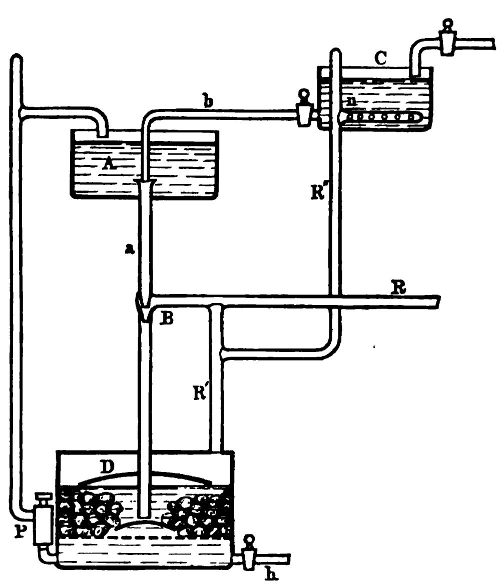


Fig. 31.

In Hoyers Werk Seite 214 ist die, dem französischen Patente Nr. 157754 entnommene schematische Zeichnung dieses Systems, soweit es die Laugenbereitung betrifft, abgebildet und nachfolgende Beschreibung gegeben: Die Ergänzung des Sulfits erfolgt durch einen Kreislauf, der damit beginnt, dass aus dem Behälter *A* die darin befindliche Lösung von schwefligsaurem Kalk in Schwefelsäure von geringer Stärke durch das Rohr *a* in den Behälter *D* läuft und auf diesem Wege bei *B* einen Injektor passiert, um gereinigtes und gekühltes Schwefligsäuregas durch das mit dem Schwefelbrenner in Verbindung gesetzte Rohr *R* mitzureissen und so gesättigt in den mit Kalkstein beschickten Behälter *D* zu gelangen. In diesem Behälter befindet sich ein doppelter Boden, unter dem sich Sulfitlösung ansammelt, die so lange vermittelst einer Pumpe *P* nach dem Gefäss *A* empor gedrückt und in Zirkulation gesetzt wird, bis sie die gehörige Stärke besitzt, um dann durch den Bleihahn *h* abgelassen zu werden. Die in *D* aus dem kohlensauren Kalk entweichende Kohlensäure und nicht aufgenommene schweflige Säure, sowie endlich die aus den Pyrit- oder Schwefelöfen kommende Luft gelangen zum Teil durch das Rohr *R'* und dessen Abzweigung *R''* nach dem Wasserbehälter *C*, zum Teil treten sie, angesaugt von dem Injektor *B*, durch *R* wieder in den Kreislauf ein. Da das Ende *n* des Rohres *R''* siebartig

durchlöchert ist und im Wasser des Behälters *C* liegt, so wird von diesem Wasser der Rest der SO_2 aufgenommen, während Luft und Kohlensäure frei abziehen. Das in *C* vorhandene Wasser wird sodann durch das mit einem Regulierhahn versehene Rohr *b* und Injektorrohr *a* in den Absorptionsapparat geführt und zur Lösung des Sulfites verbraucht. — Nach einer anderen Anordnung (Fig. 32) werden auch Türme benutzt und zwar in der Weise, dass das schwefligsaure Gas aus den Öfen

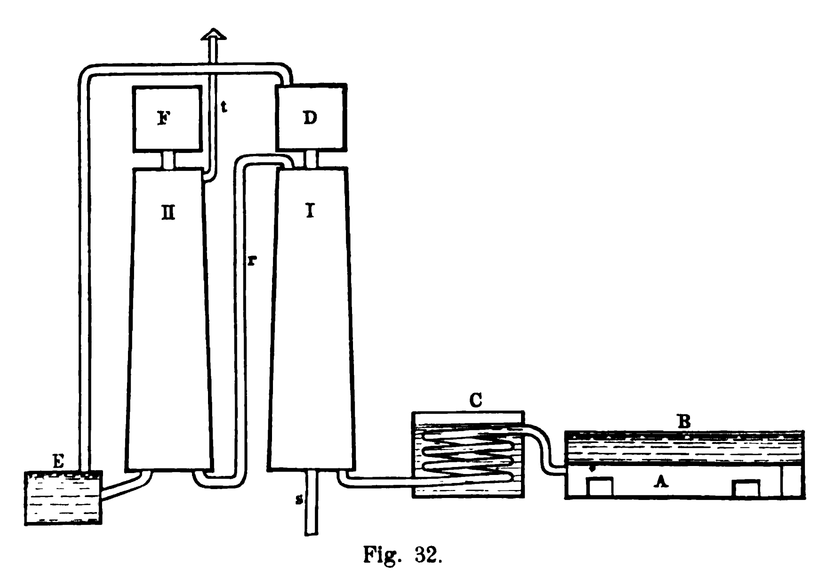


Fig. 32.

durch Dampfinjektoren abgesaugt und erst in eine grosse flache horizontale Kammer *A* geleitet wird, um sich in dieser von mitgerissenem Staube zu befreien und abzukühlen, zu welchem Zwecke die Kammer mit eingesetzten Wänden versehen ist, die einen Labyrintweg bilden und von einem Behälter *B* bedeckt ist, in dem sich kaltes Wasser befindet. Darauf passiert das Gas noch ein Schlangenkühlrohr *C* und gelangt wie gewöhnlich in einfache, mit Kalksteinen gefüllte Türme I und II. Über dem ersten Turme I befindet sich nun ein Behälter *D*, in welchen die in dem Turme II gewonnene und in das Gefäss *E* ablaufende schwache Sulfitlösung aus *E* hinaufgepumpt wird, um so wiederholt dem Gase dadurch ausgesetzt zu werden, dass sie in diesem Turme statt des Wassers niederrieselt. Über dem zweiten Turme hingegen ist ein Wasserreservoir *F* angebracht, aus dem Wasser als Regen in den Turm II strömt. Um auch die in dem Turm I nicht absorbierte SO_2 von neuem in den Kreislauf

zu bringen, ist noch zwischen den beiden Türmen vermittelst des Rohres *r* eine Verbindung hergestellt, durch welche das in dem oberen Raume von I angesammelte Gas unten in den Turm II gelangt. Durch das Rohr *s* fliesst die konzentrierte Lösung zu den Cisternen und durch das Rohr *t* strömt die Kohlensäure, Luft u. s. w. ins Freie.

Man ersieht aus dieser Beschreibung, dass die Laugenbereitung nach diesem System zwar viel Ähnlichkeit mit dem Mitscherlichschen Verfahren hat, in mancher Beziehung aber noch rationeller erscheint, da durch Verbindung zweier Türme (die nicht so hoch zu sein brauchen) und Anbringung einiger Rohre nebst Pumpe und Injektor ein Kreislauf hergestellt ist, mittelst welchem eine gleichmässigere Konzentration der Lauge leichter und sicherer zu erreichen ist, was für den nachfolgenden Kochprozess nur als grosser Vorteil angesehen werden muss.

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage dieses Buches hat Verfasser das Sulfitverfahren nach Ritter-Kellner durch eigene Anschauung in Fabriken Sachsens und Böhmens ausführlicher kennen lernen. Trotzdem setzte er sich bei Beginn der Neubearbeitung mit dem Herrn Erfinder in Verbindung und erhielt von demselben ausser der erbetenen Antwort auf eine Anfrage nicht nur die Bitte, sein Verfahren in der zweiten Auflage ausführlicher behandeln zu wollen, sondern auch das Versprechen baldiger Zusendung von genauen Unterlagen. Erst später fand Verfasser, dass von Herrn Dr. Kellner selbst geschrieben und im Jahrgang 1894 der „Papier-Zeitung“ veröffentlicht, verschiedene Aufsätze daselbst standen, deren Benutzung die versprochenen schriftlichen Unterlagen des Herrn Dr. Kellner überflüssig machten. Es wurde ihm in diesem Sinne geschrieben, für gezeigte Bereitwilligkeit gedankt und die erwähnten Artikel unter Quellenangabe benutzt. Später aber gingen die anfangs versprochenen Unterlagen nebst Zeichnungen im Original trotzdem ein, konnten aber wegen inzwischen eingetretener Erkrankung des Verfassers nicht so, wie gewünscht, benutzt werden. Es war dies auch nicht unbedingt nötig, da sich die verschiedenen Angaben meist mit den bereits niedergeschriebenen deckten.

Die Abbildung einer Kellnerschen Laugenanlage, wie sie in der Praxis ausgeführt ist, zeigen die umstehenden Figuren 33 und 34, wie sie die „Papier-Zeitung“ 1894, Seite 2683 bringt. Diese Einrichtung, in der Grösse 1 : 200 dargestellt, besteht aus

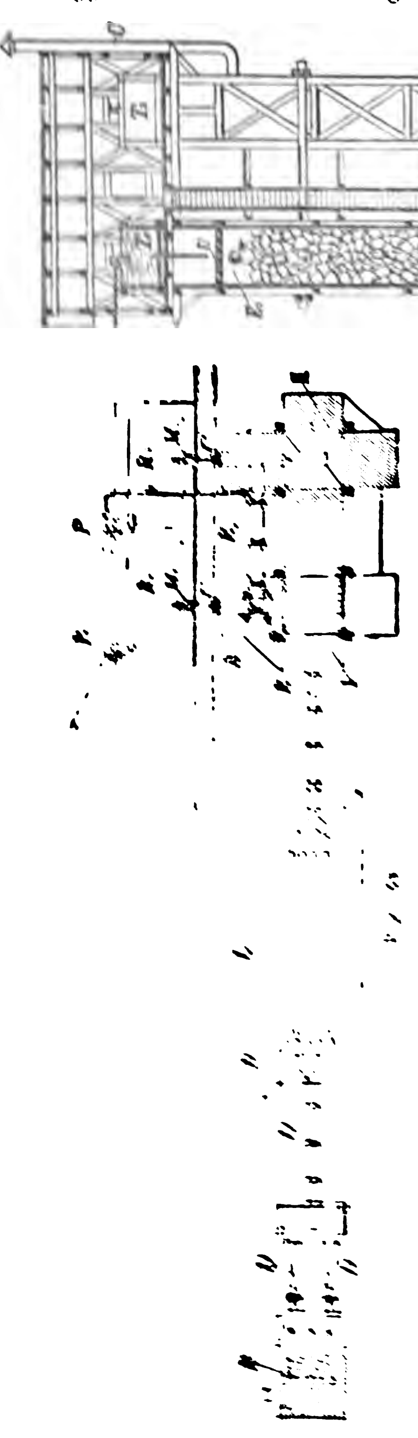


Fig. 33.

zwei oder mehreren nebeneinander, senkrecht aufgebauten hölzernen Türmen oder Saturationsschlangen I und II, welche durch das Steigrohr S verbunden sind.

Das [illegible] [illegible]

[illegible] kohlensaurem [illegible]

[illegible] T [illegible]

Der Abfluss aus diesen Behältern in die darunter angebrachten Überlaufnäpfe *U* wird durch eine von unten einstellbare Vorrichtung geregelt. Die Überlaufnäpfe haben ausserdem den Zweck, die Berieselung der Kalksteine gleichmässig zu verteilen, und bieten den Vorteil, dass sie sich nicht wie Brausen und Verteilungsrohre sehr leicht verstopfen.

M^1 und M^2 sind Messinggefässe, in welchen das Areometergewicht und die Menge der aus den Türmen I und II abfliessenden Lösungsflüssigkeit zu messen sind.

Das von den Schwefel- oder Kiesöfen kommende schwefligsaure Gas geht in der Richtung der Pfeile durch das Sublimatorium *K* und wird durch Dampfstrahlgebläse *D* weggesaugt und durch Kühlröhren D^1 geblasen. Diese liegen in einer gemauerten Grube, welcher aus Rohr *l* frisches Wasser zufliesst Am anderen Ende fliesst ebensoviel Wasser durch Kanal l^1 ab

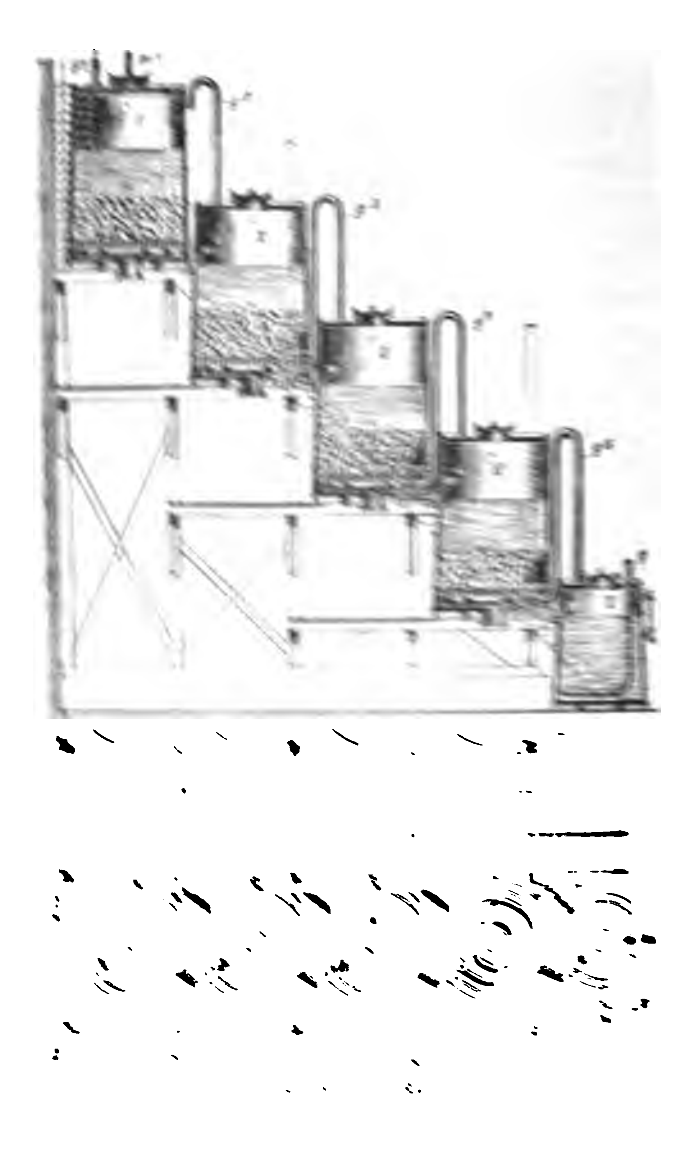
Die gut abgekühlten Gase treten nun in den Turm I von unten bis E^1 ein, bestreichen die darin befindlichen und von oben berieselten Steine, treten oben bei E^2 als ein Gemisch von schwefliger Säure, Kohlensäure, Stickstoff und Luft aus, und werden durch das Steinzeugrohr *S* nach abwärts geführt, bis sie bei E^3 in den Turm II münden, um darin wieder aufzusteigen und vollständig absorbiert zu werden. Die nicht aufgenommenen Gase, wie Stickstoff, Kohlensäure und Luft strömen durch Rohr *C* ins Freie.

Das Sublimatorium *K* ist ein dicht verschlossener, niederer, durch eine Scheidewand in zwei Kammern geteilter Turm. Diese Kammern sind mit unveränderlichen Stoffen, wie Ziegelstücke, Basaltsteine und Koks gefüllt, die auf Rosten liegen und dem durchstreichenden Schwefligsäuregas eine grosse Oberfläche zum Ablagern des sublimierten Schwefels bieten. In der Mauer sind Putz- und Fallthüren angebracht und es ist vorteilhaft, dass die Decken aus Pfannen bestehen, die mit durchströmendem Wasser gekühlt werden und das durch die Kammern ziehende Gas abkühlen.

Während die Gase den beschriebenen Weg durchmachen, wird in den Turm II, also in den, dem Gaseintritt entgegengesetzten Turm, Wasser von oben geleitet. Dasselbe berieselt die Kalksteine, verlässt bei r^2 den Turm und fliesst als schwache Lösung durch Rohr r^2 und Messgefäss M^2 in den Behälter R^2. Aus diesem wird sie durch Pumpe *P* in den oberen Behälter *T* des Turmes I gepumpt, fliesst von hier in den Turm, berieselt

dessen Inhalt und verlässt denselben, um als fertige Lauge durch Rohr r^1 und Messgefäss M^1 in den Behälter B abzufliessen. Eine zweite Pumpe P^2 befördert die Lauge von hier zu den Kochern.

Später hat Herr Kellner noch verschiedene andere Laugenbereitungsverfahren angegeben und eingerichtet. In einer grossen deutschen Fabrik saugt er z. B. die schweflige Säure aus den Pyritöfen, drückt sie dann durch ein Waschgefäss hindurch und dann noch durch vier übereinander stehende Holzbottiche, in



welchen sich Kalksteine befinden, und die mit Wasser angefüllt sind. welches, dem Gesetz der Schwere folgend, von einem Bottiche in den anderen läuft und unten als fertige Lösung abfliesst. Auf Seite 2714 der „Papier-Zeitung", Jahrgang 1894, ist von Herrn Dr. Kellner selbst beschrieben und vorstehend in Fig. 35 und 36 abgebildet, eine solche Bottich-Batterie, wie sie in der grössten Zellstofffabrik der Welt, in Waldhof bei Mannheim mit Vorteil arbeitet. Dieses Bottichverfahren beruht auf Massenabsorption und besteht darinnen, dass die gereinigten und gekühlten Gase mittelst eines Kompressors durch Bottiche gedrückt werden, welche Wasser und Kalksteine enthalten. Die Flüssigkeit fliesst von einem Bottich in den andern. Die Bottiche I bis V sind so aufgestellt, dass die darinnen enthaltene Lösung durch mit Hähnen versehene Verbindungsrohre w^2 und w^5 in den folgenden fliessen kann, bis sie in V anlangt. Das Wasser fliesst durch Rohr w^1 in den Bottich I, der wie II, III und IV mit durchlässigen inneren Boden versehen ist, auf dem Kalksteine liegen. Die vom Kompressor kommende, also gespannte Schwefligsäure tritt durch Bleirohr g in den untersten Bottich V, der nur die Lösung aus IV aufnimmt, aber keinen doppelten Boden und keine Kalkeinfüllung hat. Die von dieser Lösung nicht aufgenommene Säure geht durch Bleirohr g^5 in die unter den inneren Boden von IV liegende Schlange, durch deren Öffnungen sie sich gleichmässig über den Bottich verteilt. Ebenso geht die nicht aufgenommene Säure durch Rohre g^4, g^3, g^2 bis in den Bottich I, aus welchem der etwaige Rest von Gas durch Rohr g^1 abgeführt wird. Die Gasrohre g^5, g^4 sind so hoch geführt, wie die Zeichnung zeigt, damit durch dieselben keine Flüssigkeit aus dem höheren in den niedrigeren Bottich gelangen kann. Bei richtiger Leitung des Betriebes wird jedoch hier in der Hauptsache nur Luft aber keine Säure mehr abziehen, da diese von den durchzogenen Flüssigkeiten aufgenommen sein soll. Die in V angekommene Lösung nimmt hier nur noch Schwefligsäure aber keinen Kalk mehr auf und geht durch den Laugemesser P ab. Jeder Bottich ist mit einem Mannloch aus Hartblei und einem Wasserstandszeiger versehen. Treppen erleichtern den Zugang zu allen Teilen.

Ferner hat er in amerikanischen Fabriken ein Verfahren eingeführt, bei welchem zuerst wässrige, schweflige Säure in niederen, im Gegenstrom zu einander geschalteten Absorptionstürmen hergestellt wird, welche dann an methodisch hinterein-

ander geschalteten und mit Kalksteinen gefüllten Kästen mit der gewünschten Quantität der Base gesättigt wird.

Welchen Wert Dr. Kellner gleich von Anfang an auf die richtige genügende Abkühlung der aus den Öfen kommenden schwefligsauren Gase legte, geht aus den Dimensionen hervor, welche er den betreffenden Kühlapparaten gab. Eine der ältesten, nach seinem System eingerichteten böhmischen Fabriken machte dem Verfasser darüber die Mitteilung, dass Kellner ein Röhrensystem empfahl, welches 14 Meter lang und 3 Meter breit war und eine Kühlfläche von 55—60 qm darbot. Dadurch, dass ausserdem diese abgekühlten Gase auch noch mittels einer Pumpe durch den oder die Türme hindurch gesaugt werden, die Sättigung des Wassers also von dem Zug des Turmes ganz unabhängig ist, wird die Laugenbildung viel gleichmässiger, als dies bei dem Mitscherlichschen Verfahren möglich ist.

Im Anschluss hieran sei noch erwähnt, dass manche Fabriken, und besonders auch Ritter-Kellnersche, der Bequemlichkeit und Gleichmässigkeit wegen entweder allein oder als Reserve, fertige käuflige „flüssige Schwefligsäure“ verwenden. Diese wird in einem starken Kessel, der mit Wasserstandsglas und Manometer versehen ist, aufbewahrt und kann jederzeit entweder direkt oder zur Verbesserung der vielleicht einmal zu schwachen Turmlauge verwendet werden. Meist jedoch ist die flüssige schweflige Säure etwas zu teuer, und ausserdem muss besonders beim Transport im Sommer grosse Vorsicht beobachtet werden, da die direkte Sonnenbeleuchtung eine solche Erwärmung und dadurch Verflüchtigung der SO_2 herbeiführen kann, dass Explosion der Transportgefässe nicht ausgeschlossen ist. Das Unglück in der Zellstofffabrik Ober-Leschen vor einigen Jahren möge zur Warnung dienen. Manchmal wird auch darüber geklagt, dass noch ziemlich viel Schwefelsäure in der flüssigen schwefligen Säure vorhanden sei.

Neuerdings hat Dr. Kellner noch ein anderes Aufschliessungsverfahren empfohlen, nämlich an Stelle der flüssigen Laugen gasförmige Chemikalien anzuwenden. Im Jahrgang 1894 der „Papierzeitung“, S. 2952 ist darüber folgendes von ihm selbst angegeben: Bisher wurden die für die Gewinnung von Zellstoff verwendeten Pflanzenteile zum Zweck ihrer Aufschliessung und der Zersetzung ihrer inkrustierenden Substanzen bekanntlich mit Flüssigkeiten geeigneter Art behandelt. Dies hat den Nachteil, dass eine sehr grosse Menge der flüssigen Chemikalien,

sowie die Anwendung derselben unter Druck oder Temperaturerhöhung notwendig ist.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren, durch welches die Zellstoffgewinnung mit einem viel geringeren Aufwand an Chemikalien und ohne Anwendung von Druck oder höherer Temperatur (ausgenommen in einzelnen Fällen bei besonders dichter Struktur der Pflanzenteile) erreicht werden kann, sodass eine wesentliche Ersparnis und überdies ein besseres, weil weniger geschwächtes Endprodukt erzielt wird.

Dieses Verfahren kennzeichnet sich dadurch, dass die Chemikalien, welche zersetzend auf die inkrustierenden Stoffe der Pflanzenteile einwirken sollen, in gas- oder dampfförmigem Zustande mit den Pflanzenteilen in Berührung gebracht werden. Hierzu eignen sich alle jene Stoffe, welche auf die inkrustierende Substanz eine hydrolitische oder oxydierende Wirkung ausüben, so namentlich Stickstoffoxyd, salpetrige Säure, Untersalpetersäure, chlorige Säure.

Bei Ausführung des Verfahrens werden die mehr oder weniger trockenen, erforderlichenfalls vorher gedämpften Pflanzenteile in Gefässen, welche gegen die Einwirkung der genannten Gase oder Dämpfe widerstandsfähig gemacht sind, der Einwirkung dieser Stoffe ausgesetzt.

Hierauf werden die derart behandelten Pflanzenteile je nach ihrer Art und Beschaffenheit mit kaltem oder heissem Wasser behandelt oder gedämpft, oder aber einer mechanischen Bearbeitung (auf Kollergängen u. dergl.) unterzogen, worauf sie mit alkalischen Lösungen behandelt werden, um die durch die vorher genannten Gase oder Dämpfe zersetzten inkrustierenden Substanzen in den Alkalien zu lösen. Die so behandelten Pflanzenteile werden dann auf Maschinen, wie sie in der Papierindustrie bekannt sind, einer heftigen Bewegung ausgesetzt, um die durch das Verfahren gesonderten Zellen aus ihrer parallelen Lage zu bringen, worauf der erzeugte Zellstoff gewaschen und im Bedarfsfalle gebleicht wird.

Besonders vorteilhaft ist es, die mit dem gas- oder dampfförmigen Oxydationsmittel behandelten Pflanzenteile, nach dem Auslaugen mit Wasser, der Einwirkung von Ammoniakdämpfen auszusetzen, weil das Ammoniak durch Wärme leicht in reinem Zustande wiedergewonnen werden kann. Bei manchen Holzarten muss zur Lösung der inkrustierenden Substanz kohlensaures Natron oder Ätznatron angewendet werden; in solchen Fällen

wird die alkalische Lösung den Pflanzenteilen vorteilhaft bei gleichzeitiger Bearbeitung in einem Kollergang oder Stampfwerk zugesetzt, weil die Wirkung des letzteren die Anwendung einer nur geringen Menge der alkalischen Lösung erfordert, und diese letztere schnell in den Pflanzenteilen verteilt wird.

Um die wiederholt erwähnten Nachteile der Türme zu vermeiden und gebrannten Kalk bequemer anwenden zu können, der die Verbindung mit der SO_2 leichter ermöglicht, hat man eine Reihe von mit Kalkmilch gefüllten Gefässen genommen und so die sogenannten „Kammerapparate“ gebildet. Die gemauerten, oben abgeschlossenen Kammern sind bis $^3/_4$ der Höhe mit Kalkmilch gefüllt, durch welche das aus den Öfen kommende Gas hindurch muss. Zu diesem Zwecke gehen von der Decke Scheidenwände bis nahe an den Boden der Kammern, so dass die SO_2 genötigt ist, in jeder Abteilung die Kalkmilch nach unten zu durchstreichen und dann in denselben wieder aufzusteigen. Da das freiwillig nicht schnell genug erfolgen wird, so wendet man in der Regel einen Ventilator an, der hinter der letzten Kammer angebracht ist und ein Durchsaugen bewirkt. An derselben Stelle wird oft ein Injektor benutzt oder ein Schornstein hat den nötigen Zug herzustellen. — Am meisten ist dieses Kammersystem durch W. Flodquist in Gothenburg ausgebildet worden, welcher 10 Kammern hintereinander aufstellte und so einrichtete, dass die Lösung die Kammern so lange durchläuft, bis sie die entsprechende Stärke von 5° B. besitzt. —

Ein dem Kammersystem ganz ähnliches Verfahren ist dem Engländer Dougall patentiert worden. Das amerikanische Patent Nr. 311595 ist in der Papier-Zeitung 1885, Seite 801 beschrieben und zugleich eine Abbildung beigefügt, welche nebenstehender Fig. 37 entspricht. Der Vorgang besteht darin, dass Schwefel oder Schwefelkies in starken Retorden verbrannt werden, in welche man, nachdem der Schwefel u. s. w. in Brand geraten ist, mittelst starker Gebläse komprimierte Luft einführt. Die entwickelte schweflige Säure wird durch ein Rohrsystem nach einer Anzahl von Gefässen geleitet, welche mit Wasser oder alkalischen Lösungen gefüllt sind. Die Gase werden in den Gefässen mit der Flüssigkeit in Berührung gebracht und damit ist das Lösen vollzogen. Anstatt die Luft mittelst Druck durch die Retorten zu treiben, lässt sich auch auf dem entgegengesetzten Ende ein Exhaustor benutzen, welcher die Luft durch

die Retorden saugt. In allen Fällen wird die Temperatur der Retorden so niedrig als möglich gehalten, damit wenig Gase entweichen. Zu diesem Zweck sind die Retorden, in denen das Verbrennen des Schwefels vor sich geht, mit einem Wassermantel umgeben. Auch das Rohrsystem, welches das Gas nach den Lösegefässen führt, ist mit Wasserkühlung ausgestattet. Dies schwefligsaure Gas wird direkt in die mit Rührwerken versehenen Gefässe unterhalb des Wasserspiegels eingeleitet. Nach diesen Andeutungen lassen sich die einzelnen Teile der Einrichtung in der Figur leicht finden: *A* ist die Gebläsemaschine, welche die Luft durch die Retorden *B* zu treiben hat. Ist der Schwefel im Innern der Retorde z. B. mittelst eines heissen Eisens entzündet, so erhält derselbe eine reichliche Luftzufuhr vom Gebläse, die Verbrennung geht ohne weiteres vor sich und bedarf keiner Unterstützung durch äussere Wärme. Im Gegenteil wird, wie schon gesagt, durch einen Wassermantel *B'* ein Überhitzen vermieden, welches den Prozess stören würde. Die sich zunächst an die Retorden *B* anschliessenden Röhren sind ebenfalls mit Wassermänteln *B'* versehen. Röhren *C* leiten nun das Gas nach Gefässen *E*, in denen sich Rührer *H* befinden, damit die Flüssigkeit mit dem Gas in möglichst innige Berührung gelange. Eine Anzahl solcher Gefässe *E* stehen mit einander in Verbindung durch die Hähne S_1, S_2, S_3 u. s. w. So lange das Durchblasen des Gases vor sich geht, sind diese Hähne geschlossen. Das Wasser oder die Lösungsflüssigkeit wird beim letzten Gefässe mittelst eines Rohres *F* eingelassen. Bevor das Einblasen des Gases geschieht, werden die Gefässe mittelst der

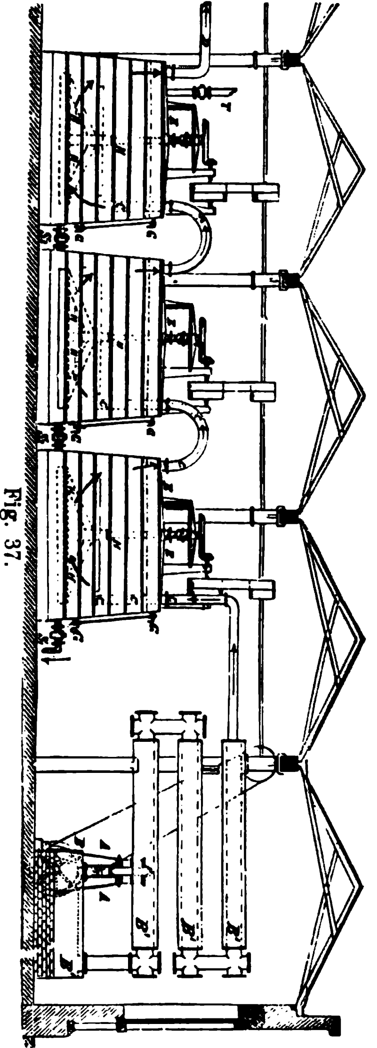


Fig. 37.

Hähne S so weit gefüllt, dass die Röhren B ziemlich weit eintauchen und das Gas in die Flüssigkeit selbst hineintreiben. Das überflüssige Gas wird vom letzten Gefäss mittelst des Rohres D abgeleitet. Um die Höhe der Flüssigkeit in jedem Gefäss beobachten zu können, und zur Entnahme von Proben sind Glasröhren GG mit Ablasshähnen angebracht. — Beim Gebrauch soll so verfahren werden, dass man das Gas so lange durch die Gefässe treibt, bis die Lösung im ersten Gefässe die gewünschte Sättigung erlangt hat. Sodann wird das Durchblasen unterbrochen, die Flüssigkeit aus dem ersten Gefäss abgelassen, und durch Öffnung der Hähne S_2, S_3 und F der Flüssigkeitsstand wieder auf die vorige Höhe gebracht. Das Blasen beginnt nun wieder und wird so lange fortgesetzt, bis im ersten Gefäss wieder die Lösung von passender Stärke ist. Die Anzahl der Gefässe ist so gross zu wählen, dass aus dem Rohr D nur ein geringer Überschuss von schwefliger Säure entweicht. Noch vor Dougall hat bereits 1872 W. J. Turner ein amerikanisches Patent Nr. 123789 darauf erhalten, die Luft durch geschlossene Schwefelöfen zu drücken.

Auf nahezu demselben Prinzip beruht nun ein Laugenapparat, welchen Dr. A. Frank in Charlottenburg herstellen lässt und welcher die Nachteile der bisher beschriebenen Methoden nicht hat. In einem Vortrag, welchen Dr. Frank in der Versammlung der Cellulosefabrikanten 1887 in Berlin hielt, werden die Vorteile dieser Einrichtung dargelegt und über die Übelstände der hauptsächlichsten früheren Laugenbereitungs-Verfahren unter anderem etwa folgendes gesagt: „Was zunächst die Türme anbetrifft, so muss anerkannt werden, dass sie im Prinzip die einfachste Anlage ergeben, in der Praxis tritt bei ihnen aber zunächst die Abhängigkeit des Zuges und damit des ganzen Betriebes von den äusseren Witterungsverhältnissen sehr störend auf und hat dies in vielen Fällen die Anschaffung maschinell betriebener Ventilationseinrichtungen (Bläser u. s. w.) nötig gemacht. Nicht minder störend ist es, dass nur wenige Kalksteine sich für Füllung der Türme vollständig eignen, da ein zu harter Stein sich in der schwachen Säure zu schwer löst, während weiche oder unreine Steine zusammensinken und den gleichmässigen Durchgang der Gase hindern. Ein anderer mit dem Betrieb der Türme zusammenhängender wesentlicher Mangel liegt aber noch darin, dass bei ihrem Betrieb stets ein nicht unbedeutender Teil der sie durchströmenden schwefligen

Säure zu Schwefelsäure oxydiert wird und so nicht allein für die Fabrikation verloren geht, sondern auch den Kalkstein mit schwer löslichem Gyps überzieht, welcher den weiteren Angriff der schwefligen Säure verhindert. Infolge aller dieser Umstände fallen die Lösungen ungleichmässig, und oft namentlich im Sommer, schwach aus, und da eine Korrektur des Betriebes im Gange nicht gut ausführbar ist, so muss in solchen Fällen eine mühsame Aufräumung der Türme vorgenommen werden. Bei der zweiten, der auf Kalkstein basierten Methode: Batterie mit Kompressor fallen zwar die Schwierigkeiten, welche die Regulierung des Luftstroms in den Türmen verursacht, fort, die anderen erwähnten, namentlich öftere Vergipsung und Verschlammung, bleiben aber auch hier bestehen und es treten dazu noch die Kosten für Betrieb und Erhaltung der zum Durchdrücken des Schwefligsäuregases dienenden Kompressionspumpe. Als weiterer, beiden Apparaten gemeinsamer Fehler muss es angesehen werden, dass sie, gerade infolge ihrer Einrichtung für kontinuierlichen Betrieb, stets einen Überschuss von Kalkstein enthalten und daher, so lange sie in Ordnung, d. h. so lange ihre Kalksteinfüllungen nicht übermässig vergypst sind, an einfachschwefligsaurem Kalk sehr reiche, an freier, aktiver schwefliger Säure dagegen arme Lauge liefern, was sich durch hohe Spindelgrade bei verhältnismässig niedrigem Schwefligsäuregehalt dokumentiert. — Das Bestreben, diesem Mangel abzuhelfen, indem man die Türme nur teilweise mit Kalkstein, zum anderen Teil mit chemisch inaktiven porösen Körpern füllte, welche nur eine Verteilung der Laugen und weiterer Aufnahme von schwefliger Säure bewirken sollten, ist zwar nicht ganz ohne Erfolg gewesen, hat aber die Anlagen sehr kompliziert gemacht und die anderen vorhin erwähnten Fehler derselben (Schwefligsäureverluste durch Oxydation) eher vermehrt.

Wendet man nun an Stelle des festen kohlensauren Kalkes (Kalksteins) den gebrannten und zu Milch gelöschten Ätzkalk an, so kommt dadurch ein grosser Teil der erwähnten Schwierigkeiten in Fortfall. Die Aufnahme der schwefligen Säure durch den Ätzkalk geschieht energischer und vollständiger, als durch kohlensauren Kalk, weshalb erstens die Gelegenheit zur Oxydation vermindert und zweitens die Apparate kleiner und übersichtlicher werden. Da ausserdem bei Anwendung von Ätzkalk der Betrieb nicht ein kontinuierlicher ist, wie bei den Kalksteinverfahren, so hat man es in der Hand, den Kalkgehalt der

Laugen für jede Operation zu bestimmen und nach Bedarf zu regulieren. Wie schon vorhin erwähnt, bieten sich zum Einleiten der Gase durch die Kalkmilch zwei Verfahrungsweisen, nämlich das Durchsaugen und Durchdrücken der Gase. Von diesen beiden Methoden ist zuerst die scheinbar einfachste gewählt, indem man hinter dem letzten Absorptionsgefässe durch Aufstellung eines Dampfstrahlgebläses (Injektors) ein Vakuum erzeugte, welches durch seine saugende Wirkung genügte, um den Schwefel in Brand zu erhalten und die gebildeten Gase, nachdem sie Kühler und Wäscher passiert hatten, durch die Kalkmilch zu holen. Eine nähere Prüfung dieses Verfahrens zeigt aber dabei auch noch mehrere bedeutende Mängel, und zwar als zunächst in die Augen fallenden den ganz enormen Dampfverbrauch des benutzten Injektors; nach mässiger Schätzung ist bei einem Apparat, welcher pro Tag 25—30 Kubikmeter Lauge produziert, der Dampfkonsum gleich dem einer 30pferdigen Dampfmaschine; ein zweiter noch wesentlicherer Fehler des Durchsaugens der Gase liegt aber darin, dass dabei die Sättigung der Laugen mit schwefliger Säure nur in beschränkter Weise möglich ist. Da nämlich in den Apparaten stets ein Minderdruck herrschen muss, so nimmt die darin enthaltene Flüssigkeit weniger freie schweflige Säure, als wenn sie unter vollem atmosphärischen oder einem den letzteren übersteigenden Druck mit dem Gase gesättigt wird, gerade wie bei einem Glase Selterwasser die Kohlensäure in grossen Blasen entweicht, wenn man es in einen Raum mit verdünnter Luft bringt. Namentlich in den heissen Sommermonaten fallen die nach obigem Verfahren dargestellten Laugen deshalb schwach aus. Eine volle Ausnutzung der Vorteile, welche die Arbeit mit Kalkmilch bietet, lässt sich dagegen erzielen, wenn man an Stelle des Durchsaugens der schwefligsauren Gase dieselben durch die Flüssigkeit drückt. — Dr. Frank nennt als Vorzüge seines Apparates folgende:

1. Der Apparat ermöglicht die von äusseren Witterungsverhältnissen unabhängige stetige und gleichmässige Herstellung von Laugen, bei denen innerhalb gewisser Grenzen sowohl der Gehalt von Kalk wie an schwefliger Säure vollkommen innegehalten werden kann. Der Gehalt kann bis auf 10° B. gebracht werden.

2. Der Betrieb kann jederzeit unterbrochen und wieder aufgenommen werden.

3. Die zum Betriebe nötige Maschinenkraft ist gering, nur 5 bis 6 Pferde und ist bei einer Leistung von 30 Kbmt. in 24 Stunden per Schicht nur ein Arbeiter zur vollen Bedienung erforderlich.

4. Die Absorption der schwefligen Säure ist eine vollkommene und findet eine Belästigung durch entweichende Gase absolut nicht statt, so dass die wenig Raum erfordernde Anlage an jedem Ort plaziert werden kann, und spezielle Bauten nicht erfordert. Es ist nur ein Raum von 12 Meter Länge, 8 Meter Breite und 5—6 Meter Höhe erforderlich.

5. Als Folge der vollkommenen Absorption und der sicheren Regulierung der Schwefelverbrennung in den Öfen findet eine bessere Verwertung der benutzten Schwefelmaterialien statt, so dass hierdurch, sowie durch die rationelle Darstellung und Zusammensetzung der Laugen sehr bedeutende Ersparnisse an den Rohmaterialien: Schwefel und Kalk erzielt werden. Bildung von Gipsansätzen und Schlamm findet in den Apparaten überhaupt nicht statt.

6. Der Apparat ist bei einfacher und solider Konstruktion in allen Teilen übersichtlich und bequem zugänglich, sowie von leicht zerstörbaren oder empfindlichen Teilen völlig frei.

7. Der Apparat ist, wenn auch zunächst für Benutzung von Schwefel konstruiert, doch auch in Verbindung mit Kiesöfen zu betreiben und endlich

8. Der Apparat ermöglicht ohne wesentliche Mehrkosten und ohne Verletzung bestehender Patentrechte, auch die aus Kochern abgeblasene schweflige Säure wieder aufzufangen und zu Nutze zu machen. —

9. Das für einen grossen Apparat erforderliche Kühlwasser beträgt 200—300 Liter p. Minute.

10. Betriebsstörungen durch Sublimation von Schwefel, Verstopfung der Rohre sind völlig ausgeschlossen und jede Belästigung der Arbeiter wie der Nachbarschaft durch Entweichen von schwefliger Säure ist absolut vermieden. —

Zu Punkt 7 ist zu erwähnen, dass dem Verfasser von anderer Seite mitgeteilt wurde, der Franksche Apparat sei in Verbindung mit Kiesöfen nicht mit Vorteil zu verwenden, weil die aus den Kiesöfen kommenden Gase ärmer an schwefliger Säure und reicher an Sauerstoff sind und weil in einer Lösung von Bisulfit eine Oxydation schneller eintritt, so bildet sich in dem Kalkmilchbottiche eine starke Ausscheidung von Calciumsulfat.

Durch direkte Unterstützung des Herrn Dr. Frank ist Verfasser in der Lage, folgende nähere Beschreibung des

Die Einrichtung des Frankschen Laugenapparates ist aus den Figuren 38 und 39 zu ersehen. In den vollkommen

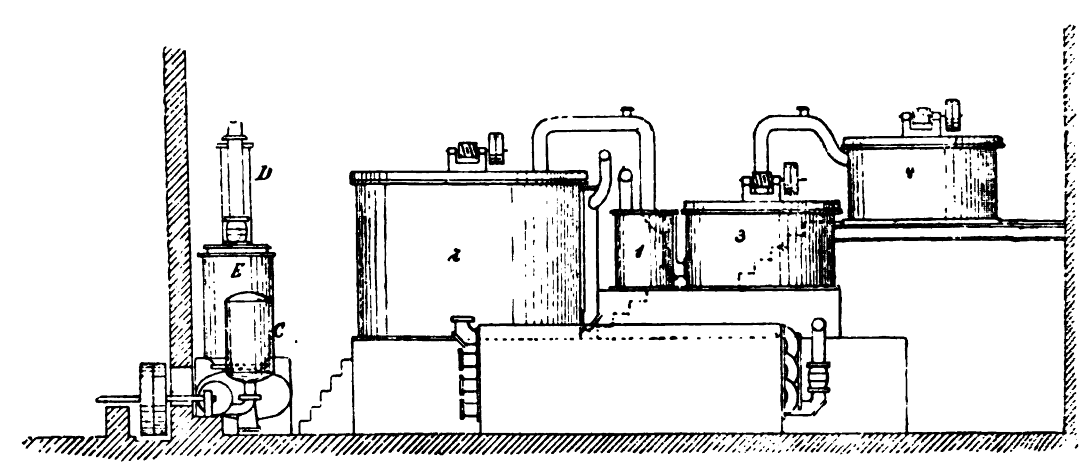


Fig. 38.

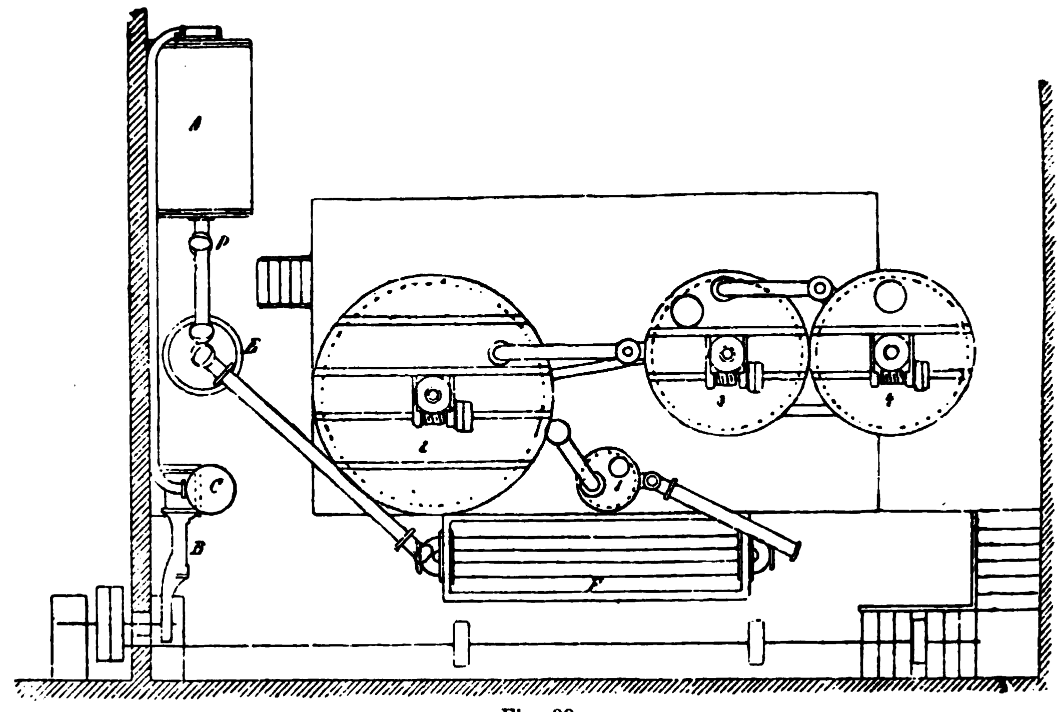


Fig. 39.

geschlossenen Schwefelofen *A* wird durch die Luftpumpe *B*, welche mit Wasser- oder Dampfkraft betrieben werden kann und mit Windkessel *C* versehen ist, die zur Verbrennung des Schwefels nötige Luft in solchen genau regulierbaren Mengen gedrückt, dass sehr hochprozentige an SO_2 reiche Gase erzeugt werden. Da der Ofen selbst, wo die dahinter liegenden Verkühler *D* und Staubkammer *E* gekühlt sind und ausserdem die Zuführung und Verteilung der Luft in den Ofen *A* nach einer eigenartigen Methode erfolgt, welche auch die Verbrennung von etwa verdampftem Schwefel vollkommen sichert, so kommen Sublimation von Schwefel oder gar Verstopfung von Kühlrohren nie vor. Aus der Staubkammer *E* gehen die Gase dann in die mit Wasser umgebene behufs geringsten Kühlswasserverbrauchs nach dem Gegenstromprinzip konstruierten Röhrenkühler *F*, und aus diesem nach dem kleinen Wascher *l*, in welchem die geringen Mengen SO_3 zurückgehalten werden. Die abgekühlten und gereinigten Gase treten dann in die aus drei Gefässen zusammengesetzte Absorptionsbatterie. Diese drei Gefässe sind derart übereinander aufgestellt, dass die Gase zunächst die am meisten mit SO_2 gesättigte und durch Wasserzusatz auf den nötigen Gehalt verdünnte Sulfitlösung in dem grossen Bottich 2 passieren, sodann in das mit stärkerer Kalkmilch gefüllte Gefäss 3 und zuletzt in das oberste mit frischer Kalkmilch gespeiste Gefäss 4 eintreten. Bassin 2 und 3 sind um das Durchdrücken der Gase zu ermöglichen, oben dicht geschlossen, 4 ist zwar auch verschliessbar, bleibt aber, da die letzten Reste der dort noch eintretenden SO_2 rasch und vollkommen absorbiert werden, gewöhnlich offen, weil trotz Aufstellung des Apparates in geschlossenem Raum Belästigungen durch entweichendes Gas nicht vorkommen.

Nachdem nun die Lauge in Bassin 2 vollkommen mit SO_2 gesättigt ist, was durch eine während des Betriebes jederzeit zu entnehmende Probe innerhalb drei Minuten festgestellt werden kann, wird der im Ofen *A* brennende Schwefel durch einfaches Abstellen der vom Kompressor kommenden Luft gelöscht und hört damit augenblicklich jede Entwickelung von SO_2 auf, von welcher auch nichts in den Raum zurücktreten kann, da der Ofen geschlossen ist. Die fertige Lauge aus 2 wird dann abgelassen und aus 3 die konzentrierte, halb gesättigte Kalkflüssigkeit durch ein am Boden befindliches mit Ventil geschlossenes Rohr unter Zugabe von Wasser überge-

führt. In das leer gewordene Bassin 3 wird dann die Lauge aus 4 abgelassen und letzteres wieder mit frischer starker Kalkmilch gefüllt, welche aus einer abgewogenen Menge von gebranntem Kalk in einem, oberhalb 4 stehenden Löschkasten vorher zubereitet war. Die ganze Operation des Entleerens und Überfüllens dauert nur etwa 30 Minuten. Ist dieselbe erfolgt, so wird der inzwischen ganz abgekühlte Ofen geöffnet. mit neuen, zugewogenen Mengen Schwefel beschickt und nachdem dieser in Brand gesetzt ist, der Betrieb durch Umstellen der Luftpumpe wieder begonnen. Je nach der im voraus genau zu berechnenden Grösse der einzelnen Teile des Apparates können mit einem Male 10—20 Kbmtr. fertige Lauge hergestellt werden und da die Zeitdauer einer Operation inklusive sämtlicher Nebenarbeiten, wie Nachspeisen des Ofens und Überfüllen der Bassins höchstens 7 Stunden beträgt, so stellt sich die Leistung eines kleinen Apparates der Doppelschicht auf 30—35 Kbmtr., eines grossen auf 54—60 Kbmtr., wobei sich die Thätigkeit des Arbeiters neben Beobachtung des im Ofen brennenden Schwefels auf das Öffnen und Schliessen einiger Hähne und auf das per Doppelschicht drei Mal vorkommende Löschen von Kalk beschränkt.

Die Einrichtung des Apparates für kontinuierlichen Betrieb, d. h. mit beständigem Abfluss von Laugen und Zufluss von neuer Kalkmilch ist zwar auch leicht zu bewerkstelligen. doch giebt Dr. Frank dem hier beschriebenen intermittierenden Betriebe, bei welchem die Füllung des grossen Bassins stets auf einmal fertig und entleert wird, entschieden den Vorzug. da bei diesem Verfahren die genaue Beobachtung des Prozesses namentlich über die absolute Kontrolle der richtigen Laugenzusammensetzung eine weitaus sichere ist, wie auch die Stärke der Gase im Schwefelofen durch Regulierung der Luftpumpe genau dem jeweiligen Bedarf anzupassen ist.

Mit dem Frankschen Apparate kann Sulfitlauge aus Kalk, Dolomit, reiner Magnesia oder auch Soda in jeder Stärke bis zu 10° Beaumé hergestellt werden, bei dem Umstande jedoch, dass die darin mittelst Kalk gewonnenen Laugen infolge ihres hohen Gehaltes an freier aktiver SO_2 Ausscheidungen von Monosulfit — sogenannten Gips — im Kocher nicht bewirken, vollkommen.

Die Bemerkungen des Dr. Frank über die Nachteile der Türme, die ja ganz richtig sind, gelten jedoch nicht für das

Kellnersche Verfahren. Mitscherlich benutzt seine Türme gleichzeitig als Aspiratoren. Die aspirierende Wirkung wird aber durch Veränderung in der spezifischen Schwere der äusseren Luft (Temperaturwechsel) sowie durch die sich stets verändernden freien Querschnitte der Kalksteine und das herabrieselnde Wasser fortwährend beeinträchtigt und verändert. Es müssen auch die Gase mit einer höheren Temperatur in diese Türme eingeführt werden, weil sonst keine Differenz der ohnehin schweren schwefligen Säure mit der äusseren Luft, oder mit anderen Worten, kein Zug entsteht. Diese störenden Faktoren sind bei Kellner dadurch vermieden, dass 1. die schweflige Säure sehr stark abgekühlt wird (auf die Temperatur des jeweilig zur Verfügung stehenden Kühlwassers) und 2. die Gase dann unter schwachem Druck durch die mit Kalksteinen gefüllten Kammern, oder Türme oder Bottiche vorwärts geschoben werden. Dadurch ist man vollständig von den erwähnten Schwankungen unabhängig und kann eine beliebig lange Reihe von Absorptionsapparaten vorschalten, so dass eine vollständige Absorption der schwefligen Säure erreicht werden muss. Ebenso leicht ist es hierbei, das Verhältnis der schwefligen Säure zum Kalk, oder mit anderen Worten, der freien und der gebundenen schwefligen Säure dadurch zu regulieren, dass ein Teil der Absorptionsvorrichtung nicht mit Kalksteinen, sondern mit einem indifferenten Material, als Ziegelstücken, Kieselsteinen u. s. w. gefüllt wird und daher die aus den Kalksteinen kommende Bisultfitlösung mit so viel freier schwefliger Säure angereichert wird, als dies überhaupt wünschenswert erscheint.

Die Ausnutzung des Schwefels wird nach dem von Dr. Frank in der Papierzeitung angegebenen einfachen Verfahren in der Weise festgestellt, dass die gewonnenen Laugen gemessen und auf ihren Gehalt an SO_2 durch Titrieren mit Jod geprüft werden. Da nun 1% schweflige Säure einen Gehalt von 10 Kilo im Kbmtr. entspricht und ein Teil chemisch reiner Schwefel bei vollkommener Verbrennung zwei Teile schweflige Säure liefert, so müssen theoretisch für Herstellung von 10 Kilo schwefliger Säure 5 Kilo reiner Schwefel genügen, thatsächlich aber enthält der meist in den Fabriken benutzte Sekunda-Schwefel gewöhnlich nur 98% und da infolge von Feuchtigkeit und der zum Verbrennen dienenden Luft die Bildung kleiner Mengen SO_3 nie ganz unterbleibt, beim Ablassen und Überfüllen

geringe Verluste an Laugen auch nicht zu vermeiden sind, so bietet Dr. Frank für Ausnutzung des in den Ofen gebrachten Schwefels eine Garantie von 95% derart, dass aus 100 Kilo des in den Ofen eingewogenen Schwefels 190 Kilo effektive schweflige Säure in den Laugen erhalten werden. Dass bei sorgfältigem Betriebe auch ein höheres Rendement zu erzielen ist, zeigen die aus der Fabrik von J. Spiro & Söhne in Böhmisch Krumau und von Kymmene Bruck veröffentlichten Resultate, wonach sich dort die Ausnutzung des Schwefels auf 96,8—97% stellt, mithin aus 100 Kilo Schwefel 193,6—194 Kilo schweflige Säure in den Laugen gewonnen werden.

Zusammensetzung der mit dem Frankschen Apparat hergestellten Laugen: Wie schon oben erwähnt, ist Dr. Frank auf Grund wissenschaftlicher Untersuchungen, welche im Grossbetrieb volle Bestätigung fanden, dazu gelangt, den Kalkgehalt der Lauge so niedrig als möglich zu nehmen, da die Hauptwirkung der letzteren nur auf der freien, aktiven SO_2 beruht, während ein hoher Kalkgehalt neben sonstigen Unzuträglichkeiten unnötigen Verbrauch von schwefliger Säure, also von Schwefelmaterial erfordert. Dr. Frank führt dafür folgendes Beispiel auf: Eine Fabriklauge A von 7° Beaumé enthielt:

Gesamtschweflige Säure	4,35
Davon freie	2,35
„ gebundene	2,00
und letzterer entsprechend Kalk . .	1,75.

Eine im Dr. Frankschen Apparate hergestellte Lauge von knapp 5° B., mit welcher die Kochung in genau gleicher Zeit, aber ohne Gypsausscheidung erfolgte, enthielt:

Gesamtschweflige Säure	3,254
Davon freie	2,382
„ gebundene	0,874
und letzterer entsprechend Kalk .	0,764.

Wie ersichtlich, ist die Lauge B trotz ihres niedrigeren Gewichtes und geringeren Gehaltes an Gesamt-SO_2, an freier aktiver SO_2 reicher, als die schwere Lauge A, während aber die Darstellung der letzteren im Frankschen Apparat bei Ausnutzung des Schwefels mit 95% rund 23 Kilo Schwefel per Kubikmeter Lauge erfordert, sind für die gleiche Menge der Lauge B nur 17 Kilo Schwefel nötig, so dass neben der bedeutend höheren Leistung aller Apparate bei der rationell zusammengesetzten leichteren Lauge eine direkte Ersparnis von

6 Kilo Schwefel = 65 bis 70 Pfennige pro Kubikmeter Lauge erzielt wird.

Wie in der betreffenden Fabrik bei Weiterverarbeitung der mit beiden Laugen erzeugten Stoffe konstatiert wurde, hatte die mit der 7grädigen Lauge gekochte Cellulose einen Aschengehalt von 1,85%, während die mit der dünnen Lauge gekochte nur einen solchen von 0,36% zeigte.

Es bedarf für den Sachkundigen wohl keiner besonderen Erwähnung, dass es eine für alle Holzarten wie für alle Kochverfahren allgemein gültige Vorschrift betreffs Zusammensetzung der Laugen nicht giebt, diese vielmehr dem Material wie dem Verfahren angepasst werden muss. Um in dieser Beziehung nur ein wichtiges Moment hervorzuheben, wird in Kochern, bei welchen der Dampf nicht direkt eintritt, also auch die Laugen nicht verdünnt, mit einer schwächeren Lauge zu arbeiten sein als in Kochern, bei welchen durch den direkt einströmenden Dampf, namentlich, wenn derselbe nicht ausreichend entwässert ist, eine starke Verdünnung und Schwächung der Kochlaugen bewirkt wird. So hat sich z. B. in der Krumauer Fabrik für Kocher nach Mitscherlich-System schon eine Lauge mit

Gesamtschwefliger Säure	3,035
Davon freier	2,023
„ gebundener	1,012
und letzterer entsprechend Kalk .	0,827

für welches also nur 16 Kilo Schwefel per Kubikmeter nötig waren, als vollkommen ausreichend erwiesen.

Gegenüber der oben erwähnten 7grädigen Lauge ergiebt dies bei täglichem Laugenkonsum von circa 80 Kubikmeter allein an Schwefel eine Ersparnis von circa 60 Mark per Tag.

Von den Frankschen Apparaten sind bereits eine grössere Anzahl für die verschiedensten Kochersysteme seit Jahren in Betrieb.

Nach Mitteilungen der Maschinenbauanstalt Golzern beträgt der Preis eines Laugenapparates für 50 Kubikmeter täglicher Leistung, welcher fertig aufgestellt, in Betrieb gesetzt und mit Nachweis der garantierten Schwefelausnutzung abgeliefert wird, inklusive Licenz und Montierungskosten circa 24000 Mark. Die Gewinnungskosten von täglich 50 Kubikmeter Lauge; welche einen mittleren Gehalt von 3,3% schwefliger Säure und 1% Kalk hat, betragen:

für 870 Kilo Schwefel à Mk. 11,— loco Fabrik . .	Mk. 95,70
für 550 Kilo gebrannten Kalk inkl. Löschverlust à Mk. 1,50 per 100 Kilo	„ 8,25
Arbeitslohn für 2 Schichten à 2,50 Mk.	„ 5,—
Betriebskraft 5—6 Pferde (wenn nicht durch Wassermotor geliefert) à 2,5 Kilo Steinkohle per Stunde und Pferdekraft berechnet für 100 Kilo à Mk. 1,50	„ 6,—
Hebung von Kühlwasser 200—300 Liter per Minute, Beleuchtung, Schmiermaterial u. s. w. . . .	„ 5,—
5% Zinsen, 10% Amortisation von 24000 Mk. per Tag	„ 12,—
Summa	Mk. 132,—

oder per Kubikmeter Mk. 2,64.

Neben dem niedrigen Herstellungspreis ergiebt sich gegenüber der Verwendung von Schwefelkies dann noch der besondere Vorteil, dass der Betrieb der Apparate jeden Moment begonnen und unterbrochen werden kann und dass die für viele Fabriken so sehr lästige Anhäufung der Kiesabbrände ganz fortfällt.

In den letzten Jahren hat sich das Dr. A. Franksche Verfahren wegen seiner Vorzüge immer mehr ausgebreitet, da die Laugengewinnung hierdurch in der That sehr reinlich, bequem, gleichmässig und von der Jahreszeit ganz unabhängig ist. Da die auf Seite 72 befindliche Fig. 38 und 39 wohl die Anordnung der Frankschen Anlage zeigt, jedoch kein deutliches Bild von der Gestalt des eigentlichen Schwefelofens giebt, so seien hier noch zwei Durchschnitte in Fig. 40 und 41 gebracht. Man ersieht daraus, dass der eigentliche Schwefelofen O die Gestalt eines flachgedrückten Rohres hat, dessen beide Stirnseiten aus Gusseisen bestehen und deren ebene Bodenfläche fast ganz von der niedrigen Schwefelpfanne S eingenommen wird. Der vorher abgewogene zu verbrennende Schwefel wird durch die Thüre T in die Pfanne gethan, dort ausgebreitet und mittelst eines glühenden Eisenstabes zum Anbrennen gebracht. Den richtigen Grad der Verbrennung kann man durch das in der Thüre befindliche Loch l jederzeit genau

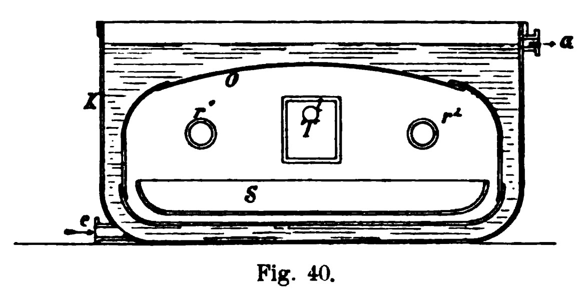


Fig. 40.

beobachten, welches mit einem starken Glasplättchen verschlossen ist. Brennt die Flamme tiefblau, so ist alles in Ordnung, ist sie jedoch durch mitverdampften Schwefel gelbbraun gefärbt, so muss mehr Luft zugeführt werden. Diese Zuführung und zugleich Regulierung erfolgt durch die beiden Rohre r^1 und r^2, die durch Hähne je nach Bedarf ganz oder teilweise geschlossen werden können. Damit diese Luft möglichst nahe dem brennenden Schwefel zugeführt wird, reicht am hinteren Ende des Ofens

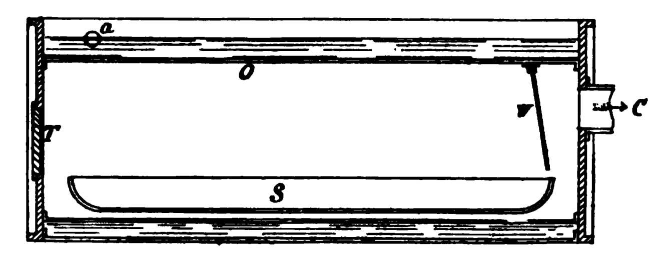


Fig. 41.

eine Scheidewand *W* von der Decke herab bis nahe an die Pfanne, so dass die Luft, vereint mit dem entwickelten Gase, dicht über die Pfanne hinwegstreichen muss, ehe sie bei *C* den Ofen verlässt und, wie bereits beschrieben, weitergeführt wird.

Im Vergleich mit den Kiesöfen, die nur circa 8prozentige Gase erzeugen, arbeiten die Schwefelöfen bedeutend besser, da, wie gesagt, der Luftzutritt ganz genau reguliert werden kann und bis zu 15prozentige Gase erzielt werden können.

Die Franksche Laugenanlage unterscheidet sich von einer Kiesofenanlage nicht nur dadurch, dass in dem betreffenden Lokal nicht nur keine Spur von dem stechenden Geruch nach schwefliger Säure zu bemerken ist, sondern dass auch jede unangenehme Wärmeausstrahlung vollständig vermieden wird. Dies geschieht dadurch, dass der ganze Ofen in einem blechernen grossen Kasten *K* steht, in welchen am Boden bei *e* fortgesetzt kaltes Wasser einströmt, den Ofen umhüllt, abkühlt und oben bei *a* als laues Wasser wieder abläuft. Auf diese Weise ist der Aufenthalt in einer Fabrik, welche einen oder mehrere Franksche Laugenapparate besitzt, nicht nur viel angenehmer, sondern es fällt dadurch zugleich jede Belästigung der Umgegend, sowie der daraus entstehende Schadenersatz hinweg.

In den meist zur Anwendung kommenden Schwefelöfen dieses Systems können pro Tag (24 Stunden) circa 1500 Kilo Schwefel verbrannt werden. Dies Quantum genügt für viele

Fabriken, doch ist es vorteilhaft, einen vollständigen Reserve-Laugenapparat zu haben, damit bei irgend welcher Störung keine Einstellung des ganzen Fabrikbetriebes notwendig wird. In der Zeit, wo dieser Apparat nicht gebraucht wird, kann man ihn, respektive die dazu gehörigen Bottiche sehr vorteilhaft anderweitig benutzen. Man füllt nämlich diese Bottiche mit Kalkmilch, lässt die überschüssige SO_2 aus den Kochern hineinblasen und erhält so bequem nicht unbedeutende Mengen von beliebig starker Lauge.

Manche Abweichung gegen die bereits beschriebenen Methoden und Ähnlichkeit mit dem Dougallschen Verfahren zeigt das System der Laugenbereitung des Engländers Eduard Partington, dessen Österreichisch-Ungarisches Patent im Centralblatt für die Österr.-Ung. Papier-Industrie abgedruckt ist und folgendermassen das Verfahren erklärt: Diese Erfindung

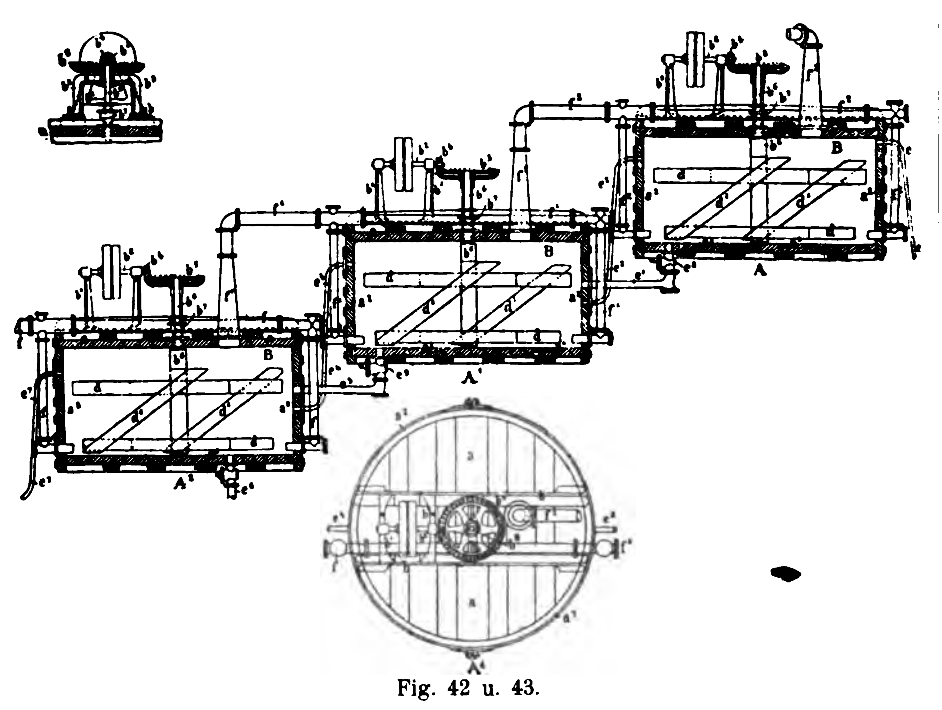


Fig. 42 u. 43.

bezieht sich auf die Fabrikation von schwefliger Säure und deren Verbindungen durch einen ununterbrochenen Prozess, dessen Wesen darinnen besteht, dass das Wasser oder die alkalische Lösung durch die Schwere aus einem Behälter in den folgenden tritt, während die gasförmige schweflige Säure zugleich

beständig in entgegengesetzter Richtung durch das Wasser oder die alkalische Lösung in jedem Behälter der Reihe nach durchgeht, während das Wasser oder die alkalische Lösung durch rotierende Rührvorrichtungen in beständiger Bewegung erhalten wird. In der beifolgenden Figur 42 sind drei Behälter A, A^1, A^2 gezeigt, die sowohl im Deckel wie auch am Boden zu einem später zu erklärenden Zweck miteinander in Verbindung stehen. Jeder der genannten Behälter, welche aus Holz oder einem anderen passenden Material, das für die Fabrikation von schweflicher Säure oder Sulfiten und Bisulfiten der Alkalien und alkalischen Erden geeignet ist, hergestellt sind, besteht aus dem Deckel a, Bodenplatte a^1 und Seitenwänden a^2, welche letztere in cylindrischer Form dargestellt sind. Die Seitenwände jeden Behälters tragen die Traversen b (Fig. 42), auf welchen die für eine Welle b^2 als Lager dienenden Ständer b^1 angebracht sind; auf dieser Welle sind Voll- und Leerscheibe für Riemenbetrieb aufgekeilt: Die Welle b^2 hat an einem Ende ein konisches Getriebe b^4 aufgesteckt, welches in das auf einer Spindel b^6 sitzende Rad b^5 greift. Die Spindel b^6 geht durch eine Stopfbüchse b^7, die auf dem Deckel a des Behälters angebracht ist, bis in den Behälter hinunter. Die Spindel b^6 wird an ihrem oberen Ende durch einen Rahmen gehalten. Die Spindel b^6 geht ebenso bis nahe an den Boden des Behälters A^1 und ist mit Stangen d, welche durch Querstücke d^1 verbunden sind, versehen, so dass diese Stangen mit der Spindel eine Rührvorrichtung bilden, durch welche die Flüssigkeit im Raume B der Behälter umgerührt wird.

Die genannte Flüssigkeit zur Erzeugung der schwefligen Säure kann entweder Wasser oder irgend eine Lösung sein, welche einen Bestandteil enthält, der mit SO_2 Sulfite oder Bisulfite zu bilden im Stande ist. Für das gegenwärtige Beispiel ist Calciumhydrat vorausgesetzt, welches in den Behälter A nahe dessen Deckel durch das Rohr e eintritt. — Wie hier gezeigt, ist der Behälter A^1 durch die Röhren e^1, e^2 verbunden; die Röhre e^1 führt aus A im Boden nahe unter dem Deckel von A^1, während das Bohr e^2 vom Deckel A nahe an den Boden des Behälters A^1 geht. — A^1 ist mit A^2 in ähnlicher Weise durch die Röhren e^3 e^4 verbunden, von denen e^3 vom Boden des Behälters A^1 unter den Deckel von A^2 führt und e^4 umgekehrt. — Der Behälter A^2 ist mit den Rohren e^6 und e^7, welche abgebrochen gezeichnet sind, in gleicher Weise zu dem

Zweck versehen, um einen anderen Behälter in gleicher Weise damit verbinden zu können. Die Rohre e^1 und e^3 sind mit Hähnen versehen, durch welche die Verbindung zwischen den Behältern unterbrochen wird. Bei Beginn der Arbeit werden die Hähne geschlossen, worauf man die Flüssigkeit durch Rohr e in den Behälter A einströmen lässt. In der Praxis ist es vorzuziehen, einen konstanten Zufluss der Flüssigkeit während des Prozesses zu erhalten, sodass diese von A durch Rohr e^2 nach A^1, von A^1 durch e^4 nach A^2 und von A^2 durch e^7 abfliesst. So wird durch die Schwere der Flüssigkeit ein konstanter Durchfluss durch die Behälter erhalten, und ein Gasstrom von schwefliger Säure wird durch die genannte Flüssigkeit in entgegengesetzter Richtung mittelst eines hier nicht gezeichneten Exhaustors gezogen, welcher an dem Behälter A durch Rohr f^3 angebracht wird. Das Gas wird zuerst durch Röhren f in das Innere oder den Raum B des Behälters A^2 eingeführt, wo es an 2 Punkten am Boden eintritt und geht vom Raum B durch die Röhren f^1 in den Raum B des Behälters A^1, von da durch Röhren f^2 in den Raum B des Behälters A und wird durch Rohr f^3 herausgezogen. Während des Prozesses werden Gas und Flüssigkeit tüchtig durch die Rührvorrichtungen miteinander gemischt, welche durch das beschriebene Vorgelege oder in anderer passender Weise angetrieben werden. Die in schweflige Säure oder in Sulfite oder Bisulfite verwandelte Flüssigkeit fliesst aus Behälter A^2 durch das Ausflussrohr e^7 und ist dann zum Gebrauch geeignet. Die fertige Lauge fliesst in 4 luftdichte Vorratsbehälter von 10' im Quadrat und 8' in der Höhe und wird von dort nach Bedarf in die Kocher gepumpt.

Als Ergänzung ist noch zu erwähnen, dass in der Partington'schen Fabrik die schweflige Säure in einem Schwefelofen von 2 × 8' durch Verbrennen von reinem „wiedergewonnenen“ Schwefel von 99% und von Schwefelkies (mit 48% Schwefel) erzeugt wird, und zwar geht dieselbe erst durch eine Reihe mit Wasser gekühlter Röhren, ehe sie am Boden in den untersten Bottich eintreten darf.

Nachdem nun die Laugendarstellung, wie sie nach den in Deutschland und England am meisten angewendeten Verfahren erfolgt, ausführlich beschrieben worden ist, sollen in diesem Kapitel der Vollständigkeit wegen noch einige andere Methoden kurz erwähnt werden, wie sie Professor Hoyer in seinem Buche angiebt:

Ekman benutzt als Kochflüssigkeit eine Lösung von Magnesiasulfit, welche 2 Äquivalente SO_2 auf 1 Äquivalent MgO enthält und zwar in solcher Konzentration, dass in derselben annähernd 1,4% Magnesia und 4,4% Schwefligsäure vorhanden sind. Zur Bereitung des Sulfits wird griechischer oder deutscher Magnesit zunächst in Kalköfen gebrannt, dann in Türmen aus Blei (mit innerer Holzverschalung zur Schonung des Bleis) der aus Schwefel erzeugten aufsteigenden Schwefligsäure, sowie niederrieselndem Wasser ausgesetzt und endlich als Sulfitlösung abgelassen.

Verfahren nach Franke in Mölndal (Schweden). Zu diesem Verfahren dient eine schwefligsaure Kalksulfitlösung, die dadurch hergestellt wird, dass man die durch Röstungen von Schwefelkies gewonnene heisse Schwefligsäure in einen 13 Meter hohen Turm leitet, der in mehrere senkrechte Kammern geteilt ist, die mit Kalksteinen gefüllt sind und unabhängig von einander beschickt und bedient werden können, und denen von oben Wasser in gerade ausreichender Menge zufliesst, damit die Absicht erreicht wird, eine direkt brauchbare vorgewärmte Lösung zur Anwendung zu bringen. Die Lösung gelangt in mit Blei ausgekleidete Behälter von Cement und aus diesen durch Pumpen in die Kocher.

Bei Graham in London ist eine Abweichung im Kochen bemerkenswert, indem man zunächst nur einfach schwefligsaure Lösungen beliebiger Basen (Kali, Natron, Magnesia) in den Kocher bringt und nachdem der Kocher von Luft und Kohlensäure befreit ist, mittelst Einpumpen von Schwefligsäure in Gasform oder Lösung die wirksame Verbindung erzeugt. Es soll durch diese Methode, die in einem vertikalen Kessel mit Dampfmantel zur Ausübung gelangt, in erster Linie ein Entweichen der Säure vermieden, dann aber auch erreicht werden, dass man durch beliebiges, vom Boden aus stattfindendes Nachfüllen stets die Flüssigkeit in gleicher Wirksamkeit erhalten kann.

Verfahren Pictet in Genf und Brélaz in Lausanne. Dieses Verfahren (D. R.-P. Nr. 26331) beruht auf der Anschauung, dass sich bei den jetzt allgemein üblichen hohen Temperaturen die Gummi- und Harzstoffe des Holzes in Theer verwandeln und dadurch das Bleichen des Stoffes so sehr erschweren, dass es zweckmässig sei, eine Lösung von Schwefligsäure zu verwenden, welche die inkrustierenden Substanzen bei niedriger Temperatur beseitigt. Zu dem Zwecke schlägt

Pictet eine wässrige Lösung von schwefliger Säure vor. Da man jedoch 100 bis 150 Gramm SO_2 in 1 Liter Wasser zu lösen hat, um im Kocher bei 80—90° Cls. einen Druck von 5—7 Atmosphären zu erhalten, so wird flüssiges Schwefligsäureanhydrit unter Druck und dem obigen Verhältnisse in den Kocher gebracht. Die Säure mischt sich mit dem Wasser und giebt die verlangte Lösung, welche im Kessel durch Dampfschlangen auf die Temperatur von höchstens 85° Cls. gebracht wird, weil bei 90° Cls. bereits eine Verkohlung beginnen soll. Zum vollständigen Eindringen der Flüssigkeit wird empfohlen, vor Einführung derselben im Kocher durch eine Pumpe eine Luftverdünnung zu erzeugen, um die Holzporen frei zu machen. — Zur Ergänzung kann hier noch angeführt werden, dass die nach diesem Verfahren (ohne Alkali) hergestellte wässrige Lösung ungefähr 1½ bis 2% schweflige Säure enthält. Wenn die nötige Menge dieser Säure mit Holz in den Kocher gegeben ist, wird in einem anderen Kessel eine Flüssigkeit derselben Art auf etwa 100° erhitzt und die dabei frei werdende SO_2 in den gefüllten Kocher übergetrieben, bis die Lauge in demselben 7% Säure enthält. Nach beendigter Kochung wird die Säure in gleicher Weise wieder ausgetrieben und zur Herstellung neuer Laugen benutzt. Die höchste angewandte Temperatur beträgt 105° Cels. Der wesentliche Unterschied dieser Methode im Vergleich zu anderen Sulfitverfahren besteht also nur darin, dass kein Kalk in der Lösung enthalten ist, während ein kleiner Prozentsatz eigentlich notwendig ist, um die sich etwa bildende Schwefelsäure zu neutralisieren. Der Stoff fällt etwas weniger weiss aus, als bei den übrigen Verfahren.

Bei Flodquist in Gothenburg wird zur Herstellung der Kochflüssigkeit die Schwefligsäure zum Teil über Kalkstein, zum Teil über entfettete Knochen geleitet, welche in Türmen oder Kammern aufgeschichtet sind, um ein Gemisch von schweflig- oder phosphorsaurem Calcium zu bilden und nebenbei Leimgut zur Leimgewinnung zu erhalten, weshalb stets mehrere (wie schon erwähnt bis zu 10 Kammern) Kammern sich so in Thätigkeit befinden, dass man nach Belieben eine nach der anderen zur Entleerung und Beschickung ausschalten kann.

Dem Verfahren von Archbold in Oswego liegt das Prinzip zu Grunde, Calciumsulfit direkt auf der Faser entstehen zu lassen, um dasselbe auch dadurch im status nascendi kräftiger zur Wirkung zu bringen. Zu dem Zweck wird der

Rohstoff, d. h. zerkleinertes Holz, zunächst im Kochkessel mit Kalkmilch getränkt, welche aus 1—6 Teilen Kalk und 100 Teilen Wasser besteht und bei hartem Holze noch 1 Teil salpetersauren Kalk erhält. Hierauf wird in den Kocher Schwefligsäure gelassen (entweder in Gas oder in flüssiger Form) und etwa nach 5 Minuten einem Dampfdruck von 4 bis 5 Atmosphären unterworfen und zwar je nach der Holzart 1 bis 1½ Stunden.

Am Schluss dieses Kapitels über Lauge und Laugenbereitung muss nun bezüglich der Sulfitlaugen nochmals erwähnt werden, dass die Messung der Konzentration mit der Senkspindel, die in den meisten Fabriken üblich ist, kein genaues Resultat giebt und es daher im Interesse des nachfolgenden Kochprozesses höchst wünschenswert ist, wenn die Laugen vor jedesmaligem Gebrauch auf ihren Gehalt an wirksamer SO_2 durch eine Analyse untersucht werden. Auch ohne vollständige Laboratorium-Einrichtung ist dieses möglich durch folgende Methode von Dr. E. Höhn (Papierzeitung 1887 No. 8,) welche Dr. Frank angiebt: Dieselbe beruht darauf, dass Jod und schweflige Säure unter Wasserzersetzung derart aufeinander reagieren, dass einerseits Jodwasserstoffsäure, andererseits Sehwefelsäure entstehen. Wird also eine Lösung von reiner SO_2 austitriert und dazu z. B. 10 Kubik.-Centimeter $^1/_{10}$ Normaljod gebraucht, so wird die Flüssigkeit nach beendeter Funktion eine gewisse Menge Jodwasserstoffsäure, welche 10 Kubik-Centimeter $^1/_{10}$ N. — Jod entspricht, und eine gleichgrosse Menge Schwefelsäure enthalten, derart, dass, um die entstandenen Säuren durch Alkali zu neutralisieren, dazu 20 Kubik-Centimeter $^1/_{10}$ Normalnatron gebraucht werden. Befindet sich aber an der Stelle von unverbundener freier, schwefliger Säure in der zu untersuchenden Lösung ein saures, schwefligsaures Salz, z. B. von Kalk, so bildet sich zwar bei der Jodtitrierung auch dieselbe Menge Schwefelsäure, die sich aber teilweise mit der schon vorhandenen. Basis absättigen wird, sodass beim Zurücktitrieren der entstandenen beiden Säuren hier nicht die doppelte Anzahl von Kubikcentimetern gegen verbrauchtes Jod, sondern entsprechend weniger nötig ist. Waren also, um an die vorher genannten Zahlen anzuknüpfen, für 1 Kubikcentimeter Sulfitlauge 10 Kubikcentimeter $^1/_{10}$ Normaljodlösung bis zur Bläuung nötig, so ergiebt dies einen Gehalt von 3, 2% schwefliger Säure, sind dann zum Zurücktitrieren der sauren Lösung bis zur Neu-

tralität 15 K. C. 1/10 Normalnatron erforderlich, so ergiebt sich hieraus, dass nach Abzug der zur Sättigung der gebildeten Jodwasserstoffsäure nötigen 10 K. C. 1/10 Normalnatron noch 5 K. C. für die Schwefelsäure verbraucht sind, welche aus der in der Lauge vorhandenen freien, unverbundenen SO_2 entstanden ist, während der verbleibende Rest der gebildeten Schwefelsäure durch die in der Lauge vorhandenen Basen neutralisiert wurde. Der Gehalt der Lauge entspricht also 15 — 10 = 5 K. C. 1/10 Jod, an unverbundener, freier, schwefliger Säure = 1, 6 % und da für die gesamte schweflige Säure 10 K. C. Jod für an Kalk gebundene schweflige Säure, also wiederum 1, 6 %, da ferner schweflige Säure und Kalk sich nach den festen Verbindungszahlen 32 : 28 zu Monosulfit vereinigen, so entspricht die als verbunden festgestellte Menge von schwefliger Säure nach dem Ansatz 32 : 28 = 1,6 : + x = 1.4 % Kalkgehalt und die Zusammensetzung der untersuchten Lauge ist:

Gesamte schweflige Säure	3, 2 %
davon freie	1, 6 „
an Kalk gebundene	1, 6 „
welche entsprechen einem Kalkgehalt von	1, 4 „

Hätte die zu untersuchende Lauge bei einem Jodtitre von 10 K. C. zum Zurücktitrieren auf Neutralität 17 K. C. Natron gebraucht, so würde sich ihre Zusammensetzung berechnen:

Gesamte schweflige Säure 3, 2 %
davon freie für 17—10 = 7 K. C. 7 × 0,32 = 2,24 %
an Kalk gebundene 10— 7 = 3 K. C. 3 × 0,32 = 0,96 %

welche letztere nach dem Ansatz von 32 : 28 = 0,96 : x entsprechen einem Kalkgehalt von 0,84 %. Bezüglich der praktischen Ausführung dieser Methode ist nun zunächst zu erwähnen, dass man zur Untersuchung nicht ein zu kleines Quantum der Lauge, sondern mindestens 5 Kbcentm. nimmt und diese in einem grösseren Gefäss mit destilliertem Wasser (kaltes filtriertes Kondenzwasser auf 250 Kbcentm. verdünnt. Von der so verdünnten Lauge nimmt man mit einer 50 Kbcentm. Pipette, welche vorher gut gereinigt wurde, 50 Kbcentm. heraus, welche, da im Verhältnis von 1 : 50 (5 : 250) verdünnt wurde, genau 1 Kbcentm. der Originallauge entsprechen. Die notwendige Normaljodlösung und die Normalnatronlösung kauft man am besten in der Drogenhandlung, während man sich eine haltbare Stärkelösung selbst folgendermassen darstellen kann:

1 Teil reine Stärke wird mit 100 Teilen kaltem Wasser angerührt und unter beständigem Umrühren bis zum Kochen erhitzt Man filtriert dann, oder lässt in einem Glase die dünne Kleisterlösung absetzen und zieht nur die obere klare Lösung von dem Bodensatze ab und fügt derselben soviel gewöhnliches, reines Kochsalz hinzu, als sie aufzulösen vermag. Sie hält sich dann sehr lange unzersetzt, und es genügen wenige Tropfen davon, um einen Jodüberschuss scharf anzuzeigen, was durch Entstehen einer blauen Färbung sich bemerklich macht.

Hat man nun die verdünnte Lauge, Stärkelösung und die beiden sogenannten Normallösungen zur Hand, so kann die eigentliche Prüfung eventuell durch einen Arbeiter ausgeführt werden. Diese Ausführung erfolgt hintereinander in einer Operation, indem man zu der abgemessenen verdünnten Lauge durch eine graduierte Glasröhre (Bürette) erst Jod (mit etwas Stärke versetzt) bis zur schwachen Bläuung zulaufen lässt, die blaue Farbe dann durch Zusatz von 1—2 Tropfen einer verdünnten Lösung von unterschwefligsaurem Natron entfernt und nach Zusatz einiger Tropfen Phenolphtaleïn mit $^1/_{10}$ Normalnatron gerade bis zum Erscheinen einer leicht rötlichen Farbe zurücktitriert. Die Lösung von Phenolphtaleïn ist als Indikator gewählt, weil es schon den geringsten Überschuss von Alkali sehr scharf anzeigt und ausserdem der Wechsel von absoluter Farblosigkeit ins Rote selbst bei ungünstigem Lichte zweifellos zu erkennen ist. Die ganze Analyse ist innerhalb 5 Minuten fertig. Die Berechnung, die noch durch Hilfstabellen abgekürzt werden kann, erfolgt nach der oben beispielsweise angegebenen Methode. —

IV. Kocher und Kochprozess.

A. Natronverfahren.

Es liegt in der Natur dieses Verfahrens, da das benutzte Natron, sowie die Alkalien überhaupt, das Eisen nicht angreifen, dass die zur Herstellung von Natroncellulose benutzten Kocher einfacher sein können, als die mit allen möglichen Schutzverkleidungen auszustattenden Sulfitkocher. Je nach Art des

Betriebes können sie kleine oder grosse Dimensionen haben, feststehen oder rotieren, horizontal oder vertikal angenommen sein. Hauptsächlich werden die feststehenden, vertikalen Kocher benutzt, da der Kochprozess grösstenteils unter Zirkulation der Lauge stattfindet und ein Drehen und dadurch hervorgerufenes Umrühren nicht absolut notwendig, und wegen der oft sehr grossen Dimensionen und Gewichte auch schwer ausführbar und mit Nachteilen verknüpft ist.

Die Natron-Zellstoff-Fabrikation ist eigentlich kein neues Verfahren, sondern nur eine Übertragung aus der Strohstofffabrikation, da hier nur das Holz gerade so wie dort das Stroh unter Dampfdruck mit Natronlauge gekocht wird und höchstens andere Verhältnisse ausprobiert werden mussten. Gerade 25 Jahre sind es her, als in Deutschland der jetzige Kommerzienrat Herr Max Dresel in Dalbke sich dieser mühevollen Arbeit unterzog, und es sei dem Verfasser gestattet, nach den eigenen Angaben des Herrn Dresel hier eine kurze Darstellung des Verlaufs und der Resultate der 1871 vorgenommenen Versuche anzuführen:

Zunächst hat er von dem Ingenieur James A. Lee die Modelle zu einer Hackmaschine, welche zuerst von Houghton nach einer Farbholzhackmaschine in Manchester für die Papierfabrik Cone Mills in England gebaut wurde, 1870 käuflich erworben, zur beliebigen Vervielfältigung. Dieser Herr Lee hatte zur Zeit eine kleine Maschinenfabrik unmittelbar bei der Papierfabrik Cone Mills bei Sydney in England, und war von dieser Gesellschaft als Reparateur und zur Überwachung ihrer maschinellen Einrichtung kontraktlich verpflichtet. Als solcher unterwarf er die Houghton' Woodcutter einer kleinen Änderung und liess sich die ganze Maschine dann in England patentieren. Die Cone Mills arbeiteten 1870 mit sehr primitiven Apparaten, die zum Teil von dem Ingenieur Houghton herrührten, zum Teil denjenigen nachgebaut waren, welche Jessup & Moore, damals in Philadelphia, zum Kochen von Stroh und Pappelholz anwandten und stellten damit eine sehr unvollkommene braune Halbcellulose dar, die sie nicht zu bleichen vermochten und welche nur zu braunem Packpapier Verwendung finden konnte. Auf einer, 1870 nach England unternommenen Reise konnte Herr Dresel zwar nicht die Cone Mills kennen lernen, erfuhr jedoch soviel. dass in dieser Fabrik die zum Kochen von Stroh und Holz benutzten Kocher von Herrn Hougthon stammten, welcher ein Patent darauf hatte, dass diese Kocher liegende Cylinder seien,

welche im Innern mit einem grossen Röhrensystem ausgekleidet wären und dass die Kocher selbst im offenen Feuer liegen. Dieses Röhrensystem wurde mit Wasser gespeist und heizte dann den Kocherinhalt.

In Frankreich, bei dem Papierfabrikanten Dambricourt in St. Omer, lernte er einen grossen, im direkten Feuer liegenden Strohkocher mit innerem grossen Rührwerk kennen, in welchem zufällig gerade versuchsweise Pappelholz gekocht wurde. Herr Dresel kombinierte nun nach den gemachten Wahrnehmungen, dass, wenn sich mit dem Kocher mit direkter Heizung ohne ein inneres Rührwerk, wie in Cone Mills, wenn auch nur Pappelholz kochen liess, und dieses ebenfalls, wie in St. Omer, mit direkter Heizung in einem liegenden cylindrischen Kocher mit Rührwerk möglich war, es auch wahrscheinlich sein müsste, in einem liegenden cylindrischen Kocher mit direkter Beheizung und ohne inneren Rührmechanismus Holz kochen zu können.

Nachdem es gelungen war, in einem kleinen Versuchskessel nach langwierigen Versuchen ein Kochverfahren mit Ätznatron zu ermitteln, welches sich zur Auflösung von Tannen- und namentlich Kiefernholz auch im Grossen zu eignen versprach, liess Herr Dresel in der benachbarten Maschinenfabrik K. & Th. Möller in Brackwede einen 45 Fuss langen und 4 Fuss im Durchmesser haltenden Kessel bauen, der für 10 Atmosphären Gebrauchsdruck bestimmt war. Nachdem auch eine komplete Konstizierungsanlage ausgeführt war, wurde der grosse Holzkocher am 1. Oktober 1871 in Betrieb gesetzt und somit die erste Holzzellstoff-Fabrik auf dem Kontinent eröffnet. Besonders die Herstellung einer praktischen Verschlusseinrichtung, welche dem nötigen hohen Druck Stand hielt, machte besondere Schwierigkeiten, aber es ist auch zu berücksichtigen, dass selbstverständlich anfangs für Bereitung der Kochlauge im Grossen sowohl, wie für die Kochdauer und alle anderen Vorgänge irgendwie massgebende Anhalte und Beispiele fehlten und eine Information nirgends zu erhalten war, also die erste Betriebsperiode selbstverständlich nicht unbedeutende Kosten verursachte. Um so grösser war jedoch dann die Befriedigung, als die Resultate der Kochungen ein bleichfähiges Fabrikat ergaben, welches für die Papierfabrikation für viele Fälle als Ersatz der Lumpenfaser dienen konnte. Wie es in den meisten derartigen Fällen geht, geschah es auch bei der Natronzellstofffabrikation. Durch den schon erwähnten Herrn A. Lee, sowie den Ingenieur Rosen-

hain, Beamten der Brackweder Kesselfabrik, wurden die in der ersten Dalbker Fabrik ausgearbeiteten und praktisch erprobten Ideen aufgefasst und unter der Flagge „System Lee“ mit Hilfe entsprechender Bekanntmachungen später in Schweden u. s. w. verbreitet.

Was den Kochprozess selbst anlangt, so bewährte sich am besten eine Ätznatronlauge von 10° B., eine Temperatur von 360° F. und ein Druck von 9—10 Atm. bei einer Kochdauer von 6 Stunden. Der Kocher enthielt oder lieferte vielmehr 850 kg trockenen Stoff.

Nachdem der erste grosse Kocher längere Zeit im Betriebe war, stellte sich bei demselben eine Reihe von Übelständen heraus, die hauptsächlich darin beruhten, dass bei dem intermittierenden Gebrauch, dem schroffen Wechsel zwischen starker Erhitzung und Abkühlung Undichtigkeiten in den Kesselnähten entstanden, die nicht ganz zu verhindern waren und abgesehen von grossen Reparaturkosten starke Laugenverluste zur Folge hatten; sodann fand bei diesem Kocher eine sehr ungenügende Ausnutzung des Feuerungsmaterials statt und kamen dadurch die Heizungskosten unverhältnismässig hoch. Endlich konnte die Abkühlung nur sehr langsam und nur mit Verlust an Lauge bewirkt werden. Aus diesem Grunde hat Herr Dresel nach langem Probieren die Konstruktion gefunden, welche ihm unter Nr. 3591 im Mai 1878 patentiert wurde und welche auf dem Prinzip beruht, den Kocher, ohne denselben selbst dem Feuer auszusetzen, doch mittelst direkter Beheizung, also ohne Dämpfe und ohne Laugenverdünnung durch selbständige Zirkulation der Lauge zu erhitzen und auf beliebig hohen Druck zu bringen. Später verbesserte er diese Konstruktion und nahm 1878 ein Zusatzpatent, welches namentlich Vervollkommnungen in dem Röhrenheizsystem betraf. Nachstehende Figuren zeigen die neu bewährte Anordnung: Der aufrechtstehende cylindrische Kochkessel A, der unten eine trichterförmige Gestalt hat, besitzt unten seitwärts ein Mannloch zum Entleeren und oben eine weite Füllöffnung mit Deckel. In der Mitte des unteren Bodens befindet sich ein Stutzen, der mit dem Heizapparat B direkt, [illegible] verbunden ist. Diese Verbindung kann je nach Erfordernis durch Hähne oder [illegible] werden.

Der direkt mit dem Kocher verbundene Heizapparat B [illegible] in

gewissen Zwischenräumen und mit gewisser Steigung liegenden Röhren *R*, welche an ihren Enden in enge Kammern *K* münden. Die Flüssigkeit, womit der Kochkessel gefüllt wird, tritt in die untere Kammer auf der einen Seite ein, während das Aufsteigen der erhitzten Flüssigkeit aus der oberen Kammer auf der anderen Seite erfolgt, so dass die Flüssigkeit beim Eintritt in den Heizapparat die sämtlichenRöhren gleichzeitig füllt.

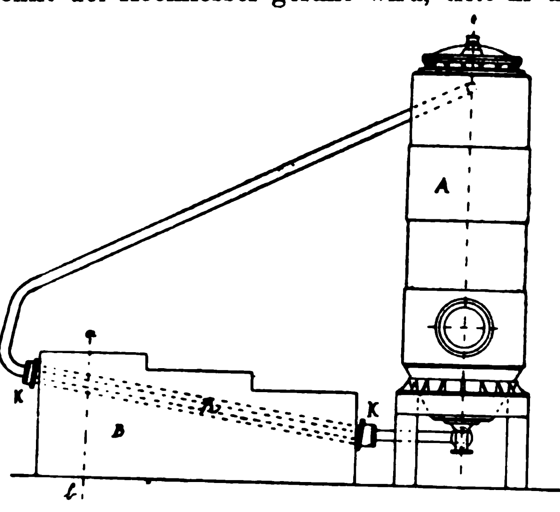


Fig. 44.

Die durch die grosse Heizfläche schnell zu erhitzende Flüssigkeit steigt aus dem Heizapparate gleichmässig in das oben in dem Kocher einmündende Rohr und kehrt, durch den Kocher zirkulierend, in die untere Heizrohrkammer wieder zurück; es findet so ein selbstthätiger Kreislauf der Kochflüssigkeit statt und kann auf diese Weise der Inhalt des Kochapparates durch direktes Feuer erhitzt werden, ohne den Kocher selbst dem Feuer auszusetzen. Durch diese Anordnung wird eine schnellere Erhitzung, heftigere gleichmässige Zirkulation in dem Kochapparat unter möglichster Verhinderung von Dampfbildung sowie vollkommenere Imprägnierung und schnellere hohe Erhitzung des Kochkesselinhaltes gegenüber dem im Hauptpatente ausgeführten, durch eine liegende Rohrschlange gebildeten Heizapparat bezweckt. —

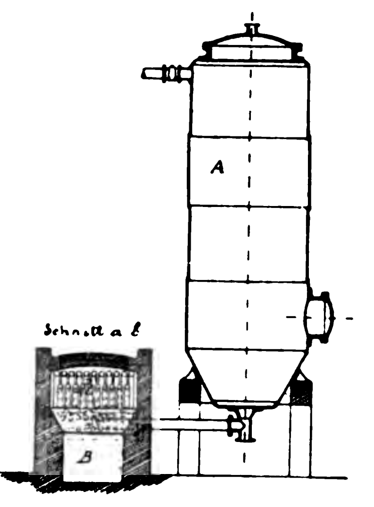


Fig. 45.

Diese Cellulosekocher haben sich ausserordentlich bewährt und sind davon drei Stück seit 1877 im Betrieb, ohne dass

einer von denselben hat repariert werden müssen. Dabei liefern diese Kocher einen sehr guten Stoff, sind sehr bequem zu beschicken und zu entleeren und haben den grossen Vorteil völliger Gefahrlosigkeit und verhältnismässiger Billigkeit.

Auch sind noch die Vorteile mit diesen Patentkochern verbunden, dass damit in 2½—3 Stunden der Kochprozess ausgeführt und in demselben der Stoff ausgewaschen werden kann, ohne Schädigung der Kocher und ohne Stoffverlust; ferner findet durch die heftige Zirkulation der Lauge ein gleichmässiges und intensives Auflösen der Inkrusten statt, was dadurch bewiesen wird, dass die darinnen hergestellte Cellulose mit 8—9% Chlorkalk weiss zu bleichen ist, während die anderen Natroncellulosen 12, ja zuweilen bis 20% Chlorkalk erfordern.

Die Kocher werden für reine Ätznatron- sowie Sulfatlaugen benutzt, welche in von Herrn Dresel konstruierten Abdampföfen abgedampft und im sogenannten Brennofen kalziniert werden.

In einer amerikanischen Fabrik haben die Kocher 1,5 Meter Durchmesser und 5 Meter Höhe; im Inneren durchlöcherten doppelten Boden und Deckel, welche Einrichtung bei den meisten Kochern dieser Art getroffen ist, damit das Holz die Rohre nicht verstopfen und in dem mittleren, grossen Kochraum zurückgehalten werden kann. Die Ätznatronlauge hat einen Gehalt von 12° Beaumé und wird dieselbe durch direktes Feuer langsam ins Kochen gebracht und der Prozess bei einer Spannung von 6—8 Atmosphären (160°—172°) in circa 6 Stunden beendigt. Dahl, bei dessen Verfahren zu 100 Kilo mitteltrockenem Holz etwa 26 Kilo der Salze notwendig sind, wie sie auf Seite 33 bei der Laugenbereitung erwähnt wurden, was einer Laugenstärke von 6—14° B. entspricht, kocht mit einem Druck von 5—10 Atmosphären ebenfalls mit eisernen Kochern nnd zwar 30 bis 40 Stunden lang. Um eine gute Zirkulation in dem Kocher zu erhalten, und doch direktes Feuer zu vermeiden, hat Körting in Hannover, der Dampfstrahlapparate als Spezialität baut, einen Injektor bei einer Kocheranordnung benutzt, die in Hoyers Werk, Seite 190, abgebildet ist. Figur 46 zeigt diesen Kocher im Durchschnitt: *B* ist ein durchlöcherter Boden im Kocher *A*, welcher cylindrisch, mit abgerundeten Enden gebaut ist. Das Mannloch *C* dient zum Einfüllen des Holzes und die Entleerung erfolgt durch einen über dem Boden befindlichen, in der Zeichnnng nicht sichtbaren seitlichen Verschluss. Neben dem Kocher befindet sich ein Steigrohr *F*, das einerseits mit dem Dampfrohr *D*,

andererseits durch Zweigrohre mit dem unteren und oberen Raume des Kochers in Verbindung steht, sowie bei *E* den bekannten Körtingschen Injektor trägt. Der aus dem Kessel kommende, durch *D* zuströmende Dampf saugt mittelst des Injektors *E* die unter dem Boden *B* gesammelte Lauge durch das Rohr *r* an, treibt sie durch das Steigrohr *F* in den oberen Kocherraum und bringt somit nicht nur eine gehörige Erwärmung, sondern auch eine starke Zirkulation der Lauge hervor, die nach dem Gebrauch und dem Abschlusse der der Dampfströmung durch das Rohr *s* abgelassen wird. Voraussetzung für den Eintritt und die Fortdauer der Laugenbewegung ist nur, dass der Druck im zuströmenden Dampf stets eine Atmosphäre höher ist, als die Spannung im Kocher. Zur Regelung dieser Spannungsverhältnisse, welche durch ein bei *M* angebrachtes Manometer zu erkennen sind, dient ein bei *C* angebrachtes Sicherheitsventil, dessen Belastung dem im Kocher verlangten Druck angemessen ist.

Fig. 46.

Das schon auf Seite 31 als rationellstes Natronverfahren von Ungerer in Wien erwähnte System der besten Ausnutzung der Lauge, ist von Hoyer bezüglich des Kochprozesses folgender-

massen beschrieben: Die Methode beruht auf dem Prinzip der Verdrängung und kommt in der Weise zur Ausführung, dass die Lauge in einer gewissen Reihenfolge eine Anzahl von Kochern (Batterie) passiert, welche mit Dampf geheizt und mit Holz beschickt werden, das in dünne Scheiben gehackt ist. Eine Batterie umfasst 7—10 senkrechte, feststehende Kocher, die mittelst Röhren und Ventilen so verbunden sind, dass man nach Belieben den Dampf oder die Lauge von einem Kocher in den anderen leiten kann. — Mit diesem Kochersystem wird nun so gearbeitet, dass man das frische Holz mit den am leichtesten löslichen Teilen, zunächst mit Dampf behandelt, der zweckmässig dem Kocher entströmt, welcher entleert werden soll, und dann mit der an Natron schwächsten, weil an gelöstem Extractivstoff reichsten Lauge kocht, welche dem vorher frisch mit Holz beschickten Kocher entnommen wird, somit die sämtlichen Kocher durchlaufen und seinen Kreislauf mit dem Kocher begonnen hat, aus dem nunmehr das Holz entleert wird. Besitzt die Batterie z. B. 7 Kocher (*A*) (*B*) (*C*) (*D*) (*E*) (*F*) (*G*) im Betriebe, so erfolgt der Wechsel folgendermassen: Wenn z. B. *C* neu gefüllt ist und *B* entleert werden soll, so wird erst der Dampf von *B* nach *C* geleitet, um das frische Holz zu dämpfen; dann gelangt die schwächste Lauge von *D* nach *C* und so der Reihe nach immer stärker von *E* nach *D*, von *F* nach *E*, von *G* nach *F*, von *A* nach *G* und von *B* nach *A*. Nach Verlauf einer Stunde etwa wird die Lauge aus *C* abgelassen, um regeneriert zu werden, während unmittelbar nach diesem Ablassen ein Vorrücken der Lauge von *D* nach *C* u. s. w. eintritt und *A* mit frischer, reiner Lauge versehen wird. Auf solche Weise wird stündlich ein Kocher zum Entleeren fertig und dessen Inhalt vor dem Entleeren mit heissem Wasser unter Dampf ausgewaschen. In demselben Masse, in welchem die Lauge auf ihrem Kreislaufe geschwächt wird, kann auch die Kochtemperatur oder der Dampfdruck abnehmen, der überhaupt bei diesem Prozesse, bei dem die Lauge durch fortwährenden Wechsel unter den günstigsten Verhältnissen zur Wirkung gelangt höchstens in dem Kocher, der mit frischer Lauge beschickt ist, 6 bis 8 Atmosphären für Nadelholz und 3 bis 4 Atmosphären für Laubholz beträgt. Die frische Lauge enthält für Nadelholz 5—6 pCt., für Laubholz 3—4 pCt. Ätznatron. — Die mit den Extractivstoffen und Inkrusten gesättigte Lauge der letzten Kochung wird sodann durch Abdampfen und Ausglühen stets

von neuem für den Prozess gewonnen, so dass nach Angabe des Erfinders auf 100 Kilo trockene Cellulose nur 5—6 Kilo Natron verloren gehen sollen. Je nach dem Alter, dem Wuchse und der Art des verwendeten Holzes, liefert 1 Raummeter Holz 100—120 Kilo Cellulose bei Nadelholz und noch etwas mehr bei Laubholz (150—180 Kilo). Ferner nimmt man auf 1 Raummeter Holz 60 Kilo Soda von 90 pCt. zur Verwandlung in Ätznatron, wovon durch Regeneration 0,9 wieder gewonnen werden.

B. Sulfitverfahren.

Die Kocher, welche beim Sulfitverfahren und speziell bei der zuerst zu besprechenden Mitscherlich'schen Methode in Verwendung kommen, unterscheiden sich nur von den vorhin erwähnten ganz bedeutend dadurch, dass sie im Innern, wie auch alle damit in Verbindung stehenden Teile, gegen die zerstörende Wirkung der schwefligen Säure geschützt werden müssen. Da ausserdem der Kochprozess nach Mitscherlich viel mehr Zeit in Anspruch nimmt, so liegt es nahe, dass man darauf kam, möglichst viel Holz auf einmal zu kochen, also die Kocher sehr gross zu machen. Zwar nicht alle Fabriken, die nach Mitscherlich arbeiten, haben liegende Kocher, manche auch aufrechtstehende von etwas kleineren Dimensionen, aber die meisten haben die horizontalen Kocher von 4 Meter lichtem Durchmesser und 12 Meter Länge, welche die kolossale Masse von circa 100 Kubikmeter zerkleinertes Holz fassen und noch 60 Kubikmeter Lauge aufzunehmen bestimmt sind. Bei solchen Dimensionen ist es notwendig, das Blech stark zu nehmen und zwar 18 Millimeter (an den halbrunden Stirnwänden noch stärker) und ebenso die Ausdehnung solcher Eisenmassen bei der Erwärmung zu berücksichtigen. Aus den Figuren 47 und 48 ist nun zu ersehen, dass das Fundament der Kocher aus 2 starken Mauern besteht, über welche 5 starke Träger gelegt sind; der Kocher selbst hat 5 angenietete gusseiserne Füsse, welche auf diesen Trägern ruhen, jedoch nicht direkt darauf, da sich kurze eiserne Rollen zwischen den Füssen und den Trägern befinden, welche eventuell eine kleine Ausdehnung des langen Kochers ermöglichen. Zwei Mannlöcher oben, die durch leicht lösbare Schrauben dicht verschlossen werden können (die Dichtung erfolgt durch Bleiringe und mit Hilfe von breiiger Cellulose) gestatten die Füllung von 2 Seiten gleichzeitig und

2 entgegengesetzt angebrachte Mannlöcher, unten die Entleerung, wobei nach Beendigung der Kochung alle 4 geöffneten Mannlöcher einen Durchzug der Luft und dadurch einige Abkühlung ermöglichen. Es mag hier gleich erwähnt werden, dass die

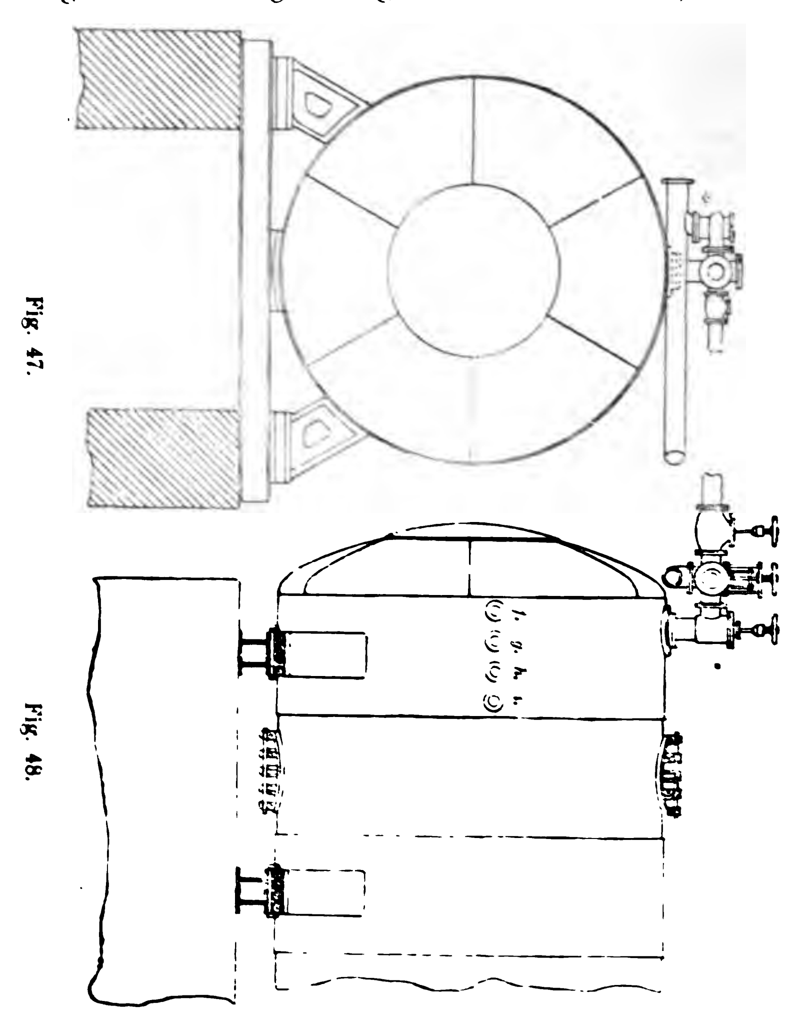


Fig. 47.

Fig. 48.

Fundamentmauern über Manneshöhe haben müssen, damit der unter dem Kessel gebildete Raum, der cementiert oder mit Abtropfvorrichtungen versehen ist, so gross wird, dass er die ganze Kocherfüllung bequem aufnehmen kann. Der Kessel selbst ist folgendermaassen armiert: An dem einen oberen Ende befindet sich ein Hauptventil zum Abschliessen des Kochers während des Prozesses und ein Kreuzstutzen, auf welchem noch

4 Ventile sitzen; von diesen steht *a* mit dem Dampfkessel *b* mit einer Wasserpumpe oder einem Reservoir, *c* mit den Laugenbottichen und *d* mit dem Übertreibeturm in Verbindung. Am entgegengesetzten unteren Ende ist noch das Ablassventil *e* angebracht und ausserdem befindet sich noch in der Mitte der beiden Stirnwände je ein ins Innere führender Stutzen, welcher einen Winkelthermometer und Manometer trägt, sowie einen kleinen Hahn besitzt, durch welchen man während des Betriebes Kocherlauge ablassen und indirekt den Verlauf und das Ende des Kochprozesses beobachten und feststellen kann. Entweder ebenfalls an einer Stirnseite oder seitlich angebracht, sind nun noch 4 Stutzen nebeneinander, durch welche die Heizrohre ins Innere führen und von denen jedes durch ein Dampfventil (*f*, *g*, *h*, *i*) abgeschlossen werden kann.

Da bei dem Mitscherlich-Verfahren, wie erwähnt, das Kochen viel länger als bei den anderen Methoden währt, so würde die Lauge zu sehr verdünnt werden, wenn man den Dampf direkt in den Kocher strömen liesse; es würde auch die Temperatur, respektive der Druck im Kocher nicht so gut zu regulieren sein: daher erfolgt die Erhitzung des Kocherinhaltes durch ein System von Röhren aus Hartblei, welches ungefähr das untere Drittel der ganzen inneren Wandfläche bedeckt. Da es öfter vorkommt, dass ein Heizrohr während der Arbeit platzt und dann abgestellt werden muss, so hat man vorsichtshalber 4 Rohre nebeneinander gelegt, welche eine Gesamtlänge von zirka 900 Meter oder mehr haben. Die 4 Rohrlängen, welche in Schlangenlinien dicht nebeneinander liegen, gehen am entgegengesetzten Ende des Kochers wieder aus demselben heraus und zwar kann jedes System wieder durch ein Ventil abgeschlossen werden. Es ist dies deshalb notwendig, weil, wie schon erwähnt, manchmal ein Rohr im Innern während des Betriebes platzt. Wenn in diesem Rohr dann der einströmende Dampf abgestellt wurde, so dringt durch die beschädigte Stelle die Lauge dann in das Rohr hinein und gelangt durch dasselbe ins Freie; durch starken Geruch macht sich nun in diesem Falle der Leck im Innern des Lokales bemerklich, und durch Schliessen der beiden Ventile kann man das betreffende Rohrsystem vollständig absperren. Es wird dadurch zwar die Kochzeit etwas verzögert, aber dem Laugenverlust und der Belästigung durch die ausströmende SO_2 vorgebeugt; der Kochprozess kann ungestört weiter gehen.

Der mehrfach erwähnte Schutz des eisernen Kochers erfolgt nun folgendermassen: Der im Innern gut gereinigte Kocher wird zunächst mit einem Gemenge von Theer und Pech angestrichen, und darauf ganz dünnes Bleiblech, sogenannte Bleifolie, zirka $^{1}/_{8}$ Millimeter stark in einzelnen Tafeln, bogenweise angeklebt, wobei darauf zu sehen ist, dass das Blech in alle Vertiefungen und Ecken stark angedrückt wird, aber ohne dasselbe zu zerreissen. Das Bekleben des Kessels erfolgt jedoch nur stückweise, und zwar nur so weit, als das Mauerwerk gerade gelegt werden soll, welches den hauptsächlichsten Schutz zu bilden bestimmt ist. Für diesen Zweck ist es notwendig, möglichst harte, wenig poröse, säurebeständige hartgebrannte Steine zu nehmen, in der gewöhnlichen Form und Grösse der Ziegelsteine, welche jedoch mit Nuth und Feder versehen sind, um eine möglichst dichte Fuge herstellen zu können. Da es weniger die flüssige Lauge ist, welche zerstörend wirkt, als vielmehr die im oberen Kochraum sich entwickelnde gasförmige schweflige Säure, so kommt es auch darauf an, vorzüglich die obere Hälfte des Kochers zu schützen; es genügt daher, wenn man die untere Hälfte des Kochers mit 2 flachen Steinschichten gut bedeckt, während die obere in der Regel aus 2 übereinander gespannten Gewölben von je 25 Zentimeter Stärke, also aus 2 Rollschichten besteht. Als Bindungsmittel wird bester Portlandzement mit etwas Sand vermischt, benutzt. Die ganze Mauerung, besonders auch der Anschluss an die Mannlöcher, deren Wandungen durch verschiedene, starke Bleiplatten geschützt werden, muss sehr sorgfältig geschehen, da sonst ein neuer Kessel in ganz kurzer Zeit vollständig zerfressen werden kann. Die unter Druck stehende SO_2 frisst sich nämlich leider sehr schnell durch, wenn nur eine schlechte Fuge vorhanden ist. Aus diesem Grunde sucht man die Anzahl der Fugen auf ein Minimum zu beschränken und hat in neuerer Zeit an Stelle der Ziegelform die Plattenform gewählt, und um die einzelnen Fugen möglichst schwach machen zu können, die Form dieser Steinplatten genau der Kocherform angepasst, was namentlich an den runden Stirnwänden von grosser Wichtigkeit ist. Gleichzeitig wird bei Anwendung von gebrannten Platten, die natürlich viel schwäeher als Ziegel sind, auch der Vorteil erreicht, dass der Füllraum des Kochers nicht unwesentlich grösser und das Gewicht des Kochers etwas kleiner wird. Bei dieser Gelegenheit mag noch erwähnt werden, dass es bei der Aus-

mauerung des Kochers kaum zu vermeiden ist, die dünne Bleifolie an manchen Stellen zu beschädigen; dadurch fällt der so notwendige Schutz teilweise weg. Man verwendet daher neuerdings lieber Bleiblech, circa 3 Millimeter dick, in möglichst grossen und breiten Rollen, die im Innern zusammen gelöthet werden (wobei allerdings der Kocher gedreht werden muss), so dass ein vollständiger Bleimantel das Eisenblech schützend umgiebt. Schon wegen des eigenen Gewichtes dieses Mantels ist es nötig, durch breitköpfige Schrauben das Blei mit der Kocherwandung zu verbinden und dabei natürlich die Köpfe wieder mit übergelöteten Bleiplatten zu bedecken. Bei der Wahl der Bleibleche kommt es darauf an, nur das allerbeste Blei zu nehmen. Da sich das Blei bei Temperatur-Wechsel anders zusammenzieht als das Kesselblech, so entstehen häufig Falten darinnen, seine Structur wird krystallinisch, und es sackt sich. In weichem Blei sollen sich beim Verziehen Poren öffnen und fremde Stoffe einlassen. Um die Anwendung möglichst dichter Bleche zu ermöglichen, soll man nur ganz dünne Sorten nehmen und von diesen so viele Lagen unter starkem Druck zusammenwalzen, als nötig sind, um die gewünschte Dicke herzustellen.

Die sämtlichen anfangs erwähnten Ventile müssen nun natürlich an allen inneren Teilen ebenfalls mit Blei ausgekleidet sein, da dieses Metall der schwefligen Säure am besten widersteht. Vorsichtshalber ist es auch gut, zwischen Dampfkessel und Kocher noch ein Rückschlagventil anzubringen, damit die Kocherlauge niemals in den Dampfkessel treten kann, wenn einmal der Druck doch geringer als im Kocher werden sollte.

Der eigentliche **Kochprozess** setzt sich nun aus folgenden Teilen zusammen: Nachdem die unteren Mannlöcher geschlossen und das Holz durch die oberen hineingefüllt und im Kocher möglichst gleichmässig verteilt und geebnet ist, werden auch die oberen beiden verschraubt, das Hauptventil geöffnet und durch das Ventil *a* Dampf in den Kocher gelassen; sobald der Kocher ganz damit gefüllt ist, öffnet man auch das Ablassventil am hinteren, unteren Ende des Kochers und lässt den Dampf durch die Holzfüllung 8—10 Stunden lang hindurchstreichen, wobei darauf zu achten ist, dass Druck im Kocher nicht entsteht. Der sich am Holz condensierende Dampf fliesst als dunkelbraune Flüssigkeit ab, welche vanilleartig riecht, wodurch ersichtlich, dass schon durch das Dämpfen ein Teil der Inkrusten auf-

gelöst wird. Der Hauptzweck des Dämpfens ist jedoch der, die einzelnen Poren des Holzes möglichst für die Aufnahme der Lauge vorzubereiten. Der Dampf verdrängt nämlich die Luft auch aus dem Innern der Holzscheiben; sobald nun das Dämpfen beendet, das Ablassventil geschlossen, der Dampfzutritt abgesperrt, und das Laugenventil *c* geöffnet ist, fliesst der Strom der kalten Lauge in den Kocher, der Dampf condensiert sich, es bildet sich Luftleere und jede kleinste Pore saugt dadurch die Lauge begierig an, so dass schliesslich nicht nur die Zwischenräume zwischen den einzelnen Holzstücken mit Lauge angefüllt sind, sondern auch das Holz selbst gleich Schwämmen mit Lauge vollgesaugt ist, wodurch auch noch ein Aufsteigen des Holzes über den Flüssigkeitsspiegel vermieden wird. Auf diese Weise wirkt die SO_2 nicht nur von aussen, sondern auch von innen heraus auflösend. Wenn der Kocher soweit mit Lauge gefüllt ist, dass nur noch ein kleiner Raum am Scheitel bleibt, damit der sich beim Kochen entwickelnde Dampf Platz hat, wird das Ventil *c* geschlossen und nachdem alle Dichtungen fest verschraubt sind, beginnt das eigentliche Kochen, indem man die 4 Dampfheizventile öffnet, wobei darauf zu sehen ist, dass der Druck im Dampfkessel möglichst den höchsten Stand hat, damit die Kochung im Anfang energisch vor sich geht und die Temperatur von dem Anfangsstadium von 40—45° Celsius baldigst auf 70° steigt, weil vor dieser Zeit eine chemische Einwirkung der Lauge auf das Holz so gut wie garnicht stattfindet. Die am Ende der Heizrohre befindlichen Ventile werden anfangs offen gelassen, so dass das condensierte Wasser frei herausfliessen kann, und erst wenn Dampf herausströmt, werden diese Ventile teilweise geschlossen, respektive ganz, wenn später die Temperatur in dem Kocher zu hoch steigen sollte. Dadurch setzt sich das Rohr nach und nach voll Wasser und es wird vermieden, dass der Druck im Kocher grösser als im Heizrohr ist, welcher Fall entstehen würde, wenn man das Dampfzutritts-Ventil schliessen und das Austrittsventil offen lassen wollte. Früher wurde bei jeder Kochung als oberster Grundsatz festgestellt, dass der Druck im Kocher niemals über 3 Atmosphären und die Temperatur über 114° steigen darf. Kam man an diese Grenzen, so musste sofort etwas übergetrieben, d. h. ein Teil der im Kocher befindlichen gasförmigen schwefligen Säure in den Uebertreibeturm abgelassen werden. Die Konkurrenz jedoch, die fallenden Cellulosepreise und das dadurch hervorgerufene

Streben, mit denselben Hülfsmitteln immer mehr fertig zu machen, führten den Fabrikanten dahin, nicht nur beim Füllen und Entleeren des Kochers Zeit zu gewinnen, sondern auch den Kochprozess selbst möglichst abzukürzen. Durch vorsichtiges Experimentieren fand z. B. auch Verfasser, dass man ungestraft, ohne das Fabrikat zu gefährten, bis auf 3,4—3,5 Atmosphären Druck und 120° Celsius gehen könne. Dadurch wurde die Zeit der ganzen Kochperiode, die früher 75 bis 85 Stunden gedauert hatte (das Anheizen mitgerechnet) nach und nach auf circa 58 Stunden und weniger gebracht, wobei auf das eigentliche Kochen nur 32 Stunden entfallen. An dieser Stelle ist dabei zu erwähnen, dass die Art des Heizrohrsystems von grossem Einfluss auf die Zeitdauer des Prozesses ist, da die Länge der Rohre, ihre Wandstärke, die Befreiung von Gypsniederschlag auf denselben, und das ungestörte Funktionieren aller Rohre die Abgabe der Wärme, also das Kochen fördert oder stört. Von gutem Einfluss ist es, wenn man darauf sieht, dass weder der Druck noch die Temperatur vor der Beendigung des Kochens zurückgeht, sondern am Schluss wenigstens, möglichst gleichmässig hoch gehalten werde. Es gehört dazu allerdings gute Beaufsichtigung. Um ein deutliches Bild von dem Verlauf des Kochprozesses in den einzelnen Stadien zu geben und zugleich die notwendige Zeit von einer Kocherfüllung zur anderen kennen zu lernen, sei hier zunächst ein Beispiel aus der Praxis gegeben, welches die Notizen über eine beliebige Kochung enthält, wie sie in dem sogenannten „Kochbuch“ jeder Cellulosefabrik der Kontrolle wegen aufgezeichnet sind:

1. **Kochung Nr. 20** in einem liegenden Kocher:

Datum	Tageszeit	Uhr		Druck		Temperatur
23/4.	Mittag	$^1/_2$12	Uhr	Druck	0,	Temperatur 45°
	Abend	8	„	„	0,6	„ 72°
	Nachts	1	„	„	0,75	„ 85°
24/4.	Früh	6	„	„	1,00	„ 96°
	Mittag	$^1/_2$12	„	„	1,5	„ 105°
	Nachmittag	$^1/_2$3	„	„	1.75	„ 108°
	Abend	$^1/_2$7	„	„	2,00	„ 112°
	Nachts	1	„	„	2,5	„ 115°
25/4.	Früh	6	„	„	2,8	„ 116,5°
	„	9	„	„	3,0	„ 119°
	Mittag	12	„	„	2,8	„ 120°
	Nachmittag	3	„	„	2.25	„ 119°
	Abend	10	„	„	2,1	„ 118°

Bemerkungen:

Gefüllt am 22/4. von Nachm. $^1/_2$2—11 Uhr.
Abend 88 Cbmet. Holz + 9 Cbmet. Spähne.
Gedämpft von Nachts 12–8 Uhr Früh.
Säure von 5° B von 8—$^1/_2$12 Uhr aufgelassen.

In 27 Stunden auf 68°
„ 48,5 „ „ 120° } 21 $^1/_2$ Stunden
„ 58,5 „ „ 118° } 10 „
Kochdauer 31,5 Stunden

Höchster Druck 3 Atmosphären
„ Temperatur 120°.
Cellulose: Sehr gut.

2. **Kochung Nr. 101** in einem stehenden Kocher einer anderen Fabrik:

Angeheizt am 2/8. Nachmittag 1/2 5 Uhr			Dampfdruck (unten)	Grade Celsius (unten)	Druck (oben)	Grade (oben)	Bemerkungen
Nachmittag	1/2 5	Uhr	0	30	0	40	Gefüllt den 1/8. Nachmittag mit Holz von
3/8. Früh	9	„	0,3	87	0,3	87	gemischter Stärke. Gedämpft den 2/8. von
„	11	„	0,4	89	0,3	89	Früh 1 Uhr bis Nachmittag 1 Uhr.
Nachmittag	1	„	1,0	96	0,4	95	Lauge von 5,5° gepumpt von 1/4 3 bis
„	3	„	1,2	102	1	99	1/4 5 Uhr.
„	6	„	1,3	106	1,2	103	Stand der Lauge im Bassin 115 Mm.
4/8. Früh	6	„	2,4	120	2,3	115	Zurückgeblieben 5 „
„	8	„	2,4	122	2,3	116	In 28 Stunden auf 108° } 9 Stunden
„	10	„	3	122	2,4	117	„ 30 „ „ 114°
Mittag	12	„	3	122	2,4	117	„ 37 „ „ 118° } 26 „
Nachmittag	2	„	3	122	2,4	117	„ 63 „ „ 118°
„	4	„	3	122	3	117	35 Stunden
„	6	„	3	122	3	117	
5/8. Früh	6	„	3	122	3	117	Geleert am 6/8. Früh.
„	1/2 8	„	3	122	3	117 fertig	Stoff: Sehr schön.

Dieser letztere aufrechtstehende Kocher war 4 Meter im Durchmesser weit und 9 Meter hoch, mit einem Inhalte von 60 Cubikmeter Holz, welches in Scheiben geschnitten verwendet wurde.

3. **Kochung Nr. 207,** in einem liegenden Kocher einer dritten Fabrik

2/6. Früh	6 Uhr	Druck 0,	Temperatur	10°	Gefüllt 1/6 von Mittag 1 — $^3/_4$ 4 Uhr, 60 Festm
„	11 „	„ 0,5	„	73°	Gedämpft von $^3/_4$ 4 Früh bis Nachmittag $^3/_4$ 4 Uhr ohne Druck (102°)
Nachmittag	4 „	„ 1	„	97°	
Nachts	12 „	„ 2	„	109°	Säure von 5° B gepumpt von $^1/_2$ 5 bis 6 Uhr Früh
3/6. Früh	5 „	„ 2,7	„	116°	In 18 Stunden auf 109° } 7 Stunden
„	7 „	„ 3	„	116°	„ 25 „ „ 116° }
Mittag	12 „	„ 3	„	116°	„ 55 „ „ 116° 30 „
Abend	10 „	„ 3	„	116°	37 Stunden
4/6. Früh	8 „	„ 3	„	116°	Höchster Druck 3 Atmosphären
					„ Temperatur 116°
Mittag	1 „	„ 3	„	116° fertig	Stoff schön

Aus der Betrachtung und Vergleichung dieser 3 Beispiele sieht man nun deutlich, dass das Anheizen bis zum Beginn des Kochprozesses 18 bis 28 Stunden Zeit in Anspruch genommen hat, und dass das Kochen selbst in diesen 3 Fällen nahezu gleich lange dauerte, nämlich 31,5, 35 und 37 Stunden. Das vorhergegangene Dämpfen hat 8, 10 und 12 Stunden Zeit gekostet, und auch das Füllen und Auflassen der Säure war je nach den lokalen Einrichtungen verschieden. Rechnet man nun diese Manipulationen mit, so sind vom Füllen bis zum Übertreiben in der ersten Fabrik $80^1/_2$ Stunden, in der zweiten 87 und in der dritten 72 Stunden gebraucht worden. Zu dieser Zeit ist nun noch das Uebertreiben, Ablassen der Lauge, Abkühlen und Waschen, sowie das Entleeren und die jedesmalige innere Revision des Kochers zu rechnen, welche Arbeiten mindestens 18—24 Stunden erfordern, so dass man die ganze für eine Kochung nötige Dauer auf 90 bis 100 Stunden berechnen muss, woraus sich ergiebt, dass monatlich mit einem Kocher nur 7—8 Kochungen herzustellen sind.

Bei Anwendung ausreichend starker, d. h. an freier SO_2 reichen Laugen, lassen sich allerdings bei Zusammentreffen anderer günstiger Umstände, namentlich bei grösseren Betrieben auch mit Mitscherlich-Kochern 11—12 Kochungen im Monat erzielen, vorausgesetzt jedoch, dass die Lauge circa 2 Teile freie auf 1 Teil gebundene SO_2 enthält.

Was nun die Beobachtung des Kochprozesses und besonders die Feststellung der Beendigung derselben anbelangt, so kann dies nur dadurch geschehen, dass man aus dem, am Manometerstutzen angebrachten Probirhähnchen etwas von der Kochlauge herauslaufen lässt und diese untersucht. Man nimmt zu diesem Zwecke ein circa 200 Millimeter langes, unten geschlossenes Glasrohr, in welches man ungefähr 60 Millimeter hoch eine käufliche Ammoniaklösung füllt, fasst das Rohr mit einer Holzklemme an, lässt durch den Probierhahn die heisse Kochlauge hinein, und schüttelt die Mischung gut durcheinander. Dann stellt man das Glasrohr auf einen Holzständer für Probiergläser. Das Ammoniak verbindet sich nun mit einem Teil der schwefligen Säure des doppeltschwefligsauren Kalkes, wodurch der noch vorhandene einfachschwefligsaure Kalk unlöslich wird, sich ausscheidet und am Boden als weisses Pulver absetzt. Je höher nun diese Niederschlagsschicht ist, um so mehr doppeltschwefligsaurer Kalk ist noch in der Lauge, um so weniger also

ist dieselbe bis dahin verbraucht worden. Da in der Praxis die Zeitdauer jeder Kochung wenigstens nahezu gleichbleibt, so genügt es, wenn erst in der zweiten Hälfte des Prozesses Proben von Zeit zu Zeit genommen werden, je weniger sich aber Niederschlag zeigt, desto öfterer müssen die Proben erfolgen, zuletzt alle Viertelstunden, da es nicht so weit kommen darf, dass der Niederschlag ganz verschwindet. Je näher man dem Endstadium kommt, desto schneller fällt und desto grobkörniger wird der Niederschlag; seine Farbe wird gelblicher, der Geruch verändert sich, ist nicht mehr so stechend, und die Flüssigkeit wird klebriger und in Farbe dunkler. Erscheint nur noch ein Niederschlag von 6 bis 8 Millimeter Höhe, so ist die Kochung beendet und es muss übergetrieben werden. Nachdem in dem Uebertreibeturm Wasser heruntergelassen wurde, öffnet man das Hauptventil auf dem Kocher und das Ventil *d*, so dass die gasförmige SO_2 durch ein Bleirohr, welches der Abkühlung wegen in Schlangenwindungen durch Wasser geführt ist, nach dem Übertreibeturm gelangt; sobald die sich dort bildende wässerige Lösung 4° erreicht hat, lässt man sie in den Säurebottich fliessen. Da oft zeitweise eine Lösung von 10—12° *B.* erreicht wird, ist diese Übertreibesäure für den Fabrikanten sehr gut nutzbar; er verbessert damit den Gehalt eines zur nächsten Kochung nötigen Laugenvorrats. Sobald der Druck im Kocher auf $^1/_4$ Atmosphäre zurückgegangen ist, was in wenigen Stunden geschieht, wird das Ablassventil geöffnet und die Lauge noch unter etwas Druck durch ein wenigstens 100 Millimeter weites Bleirohr in den Laugenteich abgelassen, über welchen später ausführlicher berichtet werden soll. Ist der Druck im Kocher ganz verschwunden und die Lauge abgeleitet, schliesst man das Ablassventil und füllt den Kocher durch das Wasserventil *d* zur Hälfte mit kaltem Wasser, während welcher Operation auch die beiden oberen Mannlochdeckel geöffnet werden. Durch diese kann man nun mit Hülfe einer Stange und einer kleinen, daran befestigten Vorrichtung die erste wirkliche Probe der fertigen Cellulose herausnehmen, sehen, ob die Kochung gelungen, und danach die Dispositionen für die weitere Verarbeitung treffen. Angeführt sei aber hier gleichzeitig, dass im Falle eines Misslingens ein nochmaliges Auflassen von Säure und Wiederholung des Kochprozesses kein günstigeres Resultat liefert, die Füllung also auf alle Fälle entleert werden muss.

Das Auflassen von kaltem Wasser hat hauptsächlich den

Zweck, nicht nur die heisse Masse und den Kocher selbst etwas abzukühlen, sondern auch die Masse möglichst schnell von der braunen Kochlauge zu befreien, also ein vorläufiges Auswaschen, oder vielmehr „Ausspülen“ vorzunehmen. Nachdem dieses erste Spülwasser abgelassen, erfolgt die zweite Spülung auf dieselbe Weise, dann aber sofort die Öffnung der unteren Mannlöcher, mit Stangen ein Durchstossen nach den oberen Mannlöchern, so dass ein Luftzug durch den Kocher entsteht und die Masse möglichst abgekühlt wird. Sobald es einigermassen geht, müssen 2 Leute, die sich Mund und Nase mit einem Schwamm verbinden, in den Kocher hinein und mit Hülfe von Holzschaufeln oder Haken die Entleerung beginnen. Es ist dies wegen des noch im Kocher herrschenden starken Geruchs und der grossen Hitze darinnen, keine leichte Arbeit: die Arbeiter müssen sich oft ablösen und natürlich muss das, im Accord auszuführende Entleeren des Kochers gut bezahlt werden. Einen wirklichen Nachteil für die Gesundheit des Arbeiters hat die betreffende Arbeit jedoch nicht, da bei Leuten, welche Jahre lang dabei beteiligt waren, sich irgend welche Krankheitserscheinungen nicht bemerklich machten.

Nicht nur für System Mitscherlich, sondern für alle anderen Methoden ist neuerdings ein Verfahren empfohlen worden um die SO_2 möglichst zu entfernen, noch ehe der Stoff den Kocher verlässt. Es ist dies das Verfahren zum Erwärmen der Kochlaugen nach Beendigung des Kochprozesses von Carpenter & Schulze in Berlin, und besteht darin, dass durch ein Rohrgebläse komprimierte und erwärmte Luft durch ein mit Löchern versehenes Rohr in den Kocherbrei getrieben wird, wobei der Stoff zerfasert und zugleich solche Verbindungen herbeigeführt werden, welche sonst erst bei dem Abwässern nach Verlassen des Kochers unter dem Einfluss der atmosphärischen Luft stattfinden. Im oberen Teil des Kochers befindet sich ein anderes Rohr mit Löchern, durch welches die Luft und SO_2 abziehen können.

Ist die Cellulose nun aus dem Kocher entfernt, und der Kocher ausgekehrt, so erfolgt, wenn nötig, ein Abklopfen der Heizrohre mit Holzhämmern, damit dadurch der sich auf den Rohren oft in ziemlicher Stärke ablagernde Gyps entfernt werden kann, da solcher die Heizfähigkeit als schlechter Wärmeleiter sehr beeinträchtigt. Ausserdem muss jedes Rohrsystem einzeln darauf geprüft werden, ob es dicht ist, Dampf nicht durchlässt, und andererseits, ob es durch eingedrungene Lauge und Gyps-

bildung im Innern nicht etwa verstopft wurde. Im ersteren Falle muss die Undichtheit entweder verstemmt, oder es muss ein neues Stück Bleirohr eingesetzt werden, was schnell geschehen kann, wenn man die Rohrstücken nicht verlötet, sondern durch Rotgussflantschen zusammenschraubt. Bei Verstopfung der Rohre wird Salzsäure in dieselben hineingefüllt und solche durch etwas Dampfdruck langsam hindurch getrieben. Schliesslich muss nach jeder Kochung die gesamte Ausmauerung gut beobachtet werden, besonders der Scheitel; die im Innern herrschende Wärme trocknet die Mauerfläche bald vollständig ab; nur an den Stellen, wo Säure durch die Fugen gedrungen ist, sickert dieselbe als Feuchtigkeit wieder heraus und zeigt so am besten an, wo eine sorgfältige Verschmierung der Fugen mit Cement am notwendigsten ist. Wird diese wichtige Kontrolle versäumt so kann dadurch bald die vollständige Zerstörung des Kochers herbeigeführt werden; eine Zeitersparnis an dieser Stelle ist also nicht zu empfehlen!

In Bezug auf die Verwendung von Hartblei zu Heizröhren ist schliesslich zu bemerken, dass dieselbe eine Reihe von Unannehmlichkeiten im Gefolge hat, die längst einen Ersatz für wünschenswert erscheinen liessen und schliesslich zur Anwendung von Kupfer führten, dem man auf seine Säurefestigkeit wenig Vertrauen entgegenbrachte. Wegen der grösseren Beständigkeit wählte man zunächst die Hartbleirohre, durch welche der Dampf in langen Windungen unter Druck hindurchstreicht und die infolgedessen auch grössere Temperaturunterschiede auszuhalten haben. Hierfür ist aber gerade das Blei sehr wenig geeignet. Als ein unvollkommen elastischer Körper zieht es sich nicht zu seiner ursprünglichen Gestalt zusammen, wenn es infolge vorausgegangener Temperatur-Erhöhung eine Ausdehnung erfahren hat. Es entstehen vielmehr stärkere und schwächere Schichten, Verbiegungen, die sich bei Rohren als Verengerungen und Erweiterungen bemerkbar machen, sowie Risse, in welche Lauge und Zellstoff dringen und ganze oder teilweise Verstopfung hervorrufen können. Dies alles beeinträchtigt die Heizwirkung und verlängert die Zeitdauer einer Kochung. Diese wird noch vergrössert dadurch, dass sich um die Heizrohre eine Schicht von ausgeschiedenen Kalksalzen als schlechter Wärmeleiter legt, die sich von dem weichen, leicht verletzbarem Metall nicht so schnell und nicht so gründlich entfernen lassen, dass überall wieder das blanke Metall zum

Vorschein kommt. Blei ist an und für sich schon wenig zu Heizröhren geeignet, da es kein guter Wärmeleiter ist und die Röhren um haltbar zu sein, bedeutende Wandstärke erhalten müssen. Keiner von all diesen Nachteilen findet sich indess bei dem Kupfer. Kupferrohre können, vermöge der grossen Festigkeit dieses Metalles, verhältnismässig schwach genommen werden, in einer Wandstärke von 3 bis 4 Millimeter und es ist ausserdem ein ausgezeichneter Wärmeleiter. Temperatur-Unterschiede haben nicht die schädlichen Wirkungen wie bei Blei, und die Heizschlange bildet nicht eine einzige starre Masse, sondern besteht aus einer Reihe von 4 bis 5 langen Abschnitten, die mit Rollverschraubungen aus säurebeständiger Bronce verbunden sind, und sich an jeder beliebigen Stelle auswechseln lassen. Die Widerstandsfähigkeit des Kupfers gegen Sulphitlauge hat sich grösser erwiesen als angenommen und zwar, wie es scheint, weil es sich gleich bei der ersten Kochung mit einer schwarzen Schicht von Kupferoxyden überzieht, die jedenfalls durch Einwirkung des in der Lauge vorhandenen Traubenzuckers entsteht und weitere Angriffe verhindert. Infolge der grösseren Heizfähigkeif der Kupferrohre braucht man davon weit weniger auf den Kocher, als Bleirohre; auf das Kubikmeter Inhalt 2,5 Meter Rohr. Dieselben werden verschieden angeordnet, je nachdem sie in liegenden oder stehenden Kochern dienen sollen. Bei letzteren laufen sie an den Wänden herab, bei ersteren an der unteren Längsseite in Windungen bis zu $^1/_5$ der Kocherwandung und das Condenswasser wird mit passend angebrachten Töpfen entfernt.

Als Ergänzung zu dieser, erst Ende 1894 in der Papierzeitung veröffentlichten Abhandlung über Heizrohre kann Verfasser mitteilen, dass er schon 1886 wegen der Anschaffung von Kupferrohren für Mitscherlich-Kocher mit einer Cellulosefabrik in Steyermark in Unterhandlung stand, welche schon 1885 oder früher solche Rohrsysteme an andere Fabriken lieferte, welche mit deren Leistungen sehr zufrieden waren.

Es sei hier gleich noch eingeschaltet, dass eine Kochung wie oben beschrieben, circa 10000 Kilo fertige, trockene Cellulose ergiebt und dass nach verschiedenen, vom Verfasser angestellten Versuchen zu 100 Kilo Cellulose ungefähr durchschnittlich 0,956 Raummeter oder 0,62 Kubikmeter Holz (Fichte) gebraucht werden, was genau mit Mitscherlich's Angaben übereinstimmt, der 0,63 Kubikmeter Holz für 100 Kilo Cellulose rechnet. Hier-

bei ist das Verhältnis des Festmeters zum Raummeter nicht, wie in den Büchern in der Regel angegeben, wie 7 : 10, sondern, wie 65 : 100 angenommen, welche letzteren Zahlen die Praxis nach sehr vielen Versuchen, als richtige feststellte.

Jede Cellulosefabrik wird natürlich nach der Art ihres Betriebes und der Art des hauptsächlich verarbeiteten Holzes, bezüglich der durchschnittlichen Ausbeute an Cellulose eine Prozentzahl erhalten, die von den Ergebnissen anderer Fabriken etwas abweicht. So rechnet man z. B. nach einer älteren Veröffentlichung der Cellulosefabrik Weissenborn dort auf 12 Festmeter 2400 Kilo Cellulose, folglich auf 1 Festmeter 200 Kilo und auf 1 Raummeter = 140 Kilo Zellstoff. Dies Ergebnis kann seiner Höhe wegen nur bei sehr gutem und geschältem Stoff als richtig angenommen werden. Hierbei ist noch zu bemerken, dass nach „Stühlen's Ingenieur-Kalender" das spez. Gewicht des lufttrockenen Fichtenholzes = 0,47 ist, folglich 1 Festmeter 470 Kilo wiegt. Nach demselben Buche wiegt ein Kubikmeter, d. h. ein Raummeter geschichteten Fichtenholzes 320 Kilo, demnach ist ein Raummeter = 0,68 oder etwa 0,7 Festmeter zu rechnen, was aber, wie oben erwähnt, nach den Erfahrungen des Verfassers etwas zu hoch ist. Die Differenz ist garnicht so unwichtig, da in der Regel das eingehende Holz eingesetzt und nach Raummetern übernommen, aber nach Festmeter berechnet und bezahlt wird. Es können auf diese Weise im Laufe des Jahres eine bedeutende Anzahl von Metern zu viel bezahlt werden.

Aus der Ertragsberechnung einer Süddeutschen Fabrik geht hervor, dass dort durchschnittlich auf 1 Kubikmeter Fichtenholz 156 Kilo lufttrockene Cellulose angenommen wird. 1 Rm. = 109 Kg.

Eine Norddeutsche Fabrik verarbeitete in einem Jahre 5210 Raummeter Holz und erzeugte in demselben Zeitraum 715000 Kilo Gesamtstoff (I, II, III), folglich entspricht einem Raummeter ein Ergebnis von 137 Kilo lufttrockenem Zellstoff, was zwischen den oben angegebenen Zahlen in der Mitte liegt.

Die Zellstofffabrik Waldhof hatte, bevor die neue Anlage derselben in Betrieb kam, täglich eine Produktion von 1400 Centner trocken. Der Verbrauch an Holz betrug 170000 Festmeter im Jahr. Die Ausbeute an Cellulose zu jährlich 25000000 Kilo angenommen, ergiebt, dass auf 1 Festmeter = 148 Kilo oder 1 Raummeter 104 Kilo Zellstoff zu rechnen ist. Nimmt man nun an, dass diese 104 Kilo Zellstoff von 1 Raummeter unge-

schältem, also 0,8 Raummeter geschälten Holzes erhalten würden, so berechnet sich der Ertrag eines vollen Raummeters geschälten, guten Holzes auf 130 Kilo Zellstoff, was von dem Weissenborner Ergebnis nicht sehr verschieden ist.

Über den eigentlichen Vorgang im Innern des Kochers während des Kochprozesses sind bis jetz verhältnismässig wenig Beobachtungen gemacht worden. Ein Herr Nils Pedersen hat in Nr. 19 und 34, Jahrgang 1890 der Pap. Zeitg. ganz interessante Untersuchungen veröffentlicht, die in dieser, mehr praktischen Zwecken dienenden Schrift, nicht vollständig aufgenommen werden können. Nur die Endresultate der Untersuchungen von Laugen, die in bestimmten Zwischenräumen des Kochprozesses genommen wurden, sollen hier angeführt werden, da die gewonnenen Zahlen zu einer graphischen Darstellung benutzt wurden, welche ein deutliches Bild von der Zersetzung des Holzes im Kocher giebt. In den beiden Figuren sind auf der Basis horizontal die Stunden aufgetragen, welche der Kochprozess gedauert hat, nachdem bereits die Temperatur im Kocher 105°

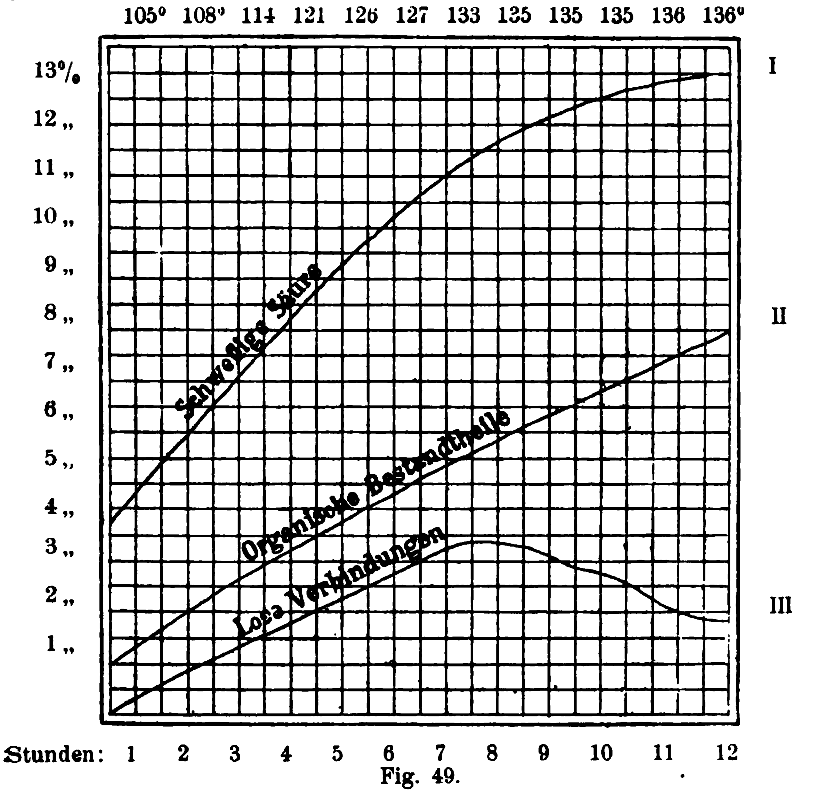


Fig. 49.

war; die Ordinaten, d. h. die senkrechten Linien geben die Prozente an; die Temperaturen, die der Kocher zu den verschiedenen Zeiten hatte, sind an der oberen horizontalen Linie angezeigt.

Kurve I zeigt, wie die schweflige Säure während des Kochens nach und nach mit den organischen Bestandteilen Verbindungen eingeht.

Kurve II zeigt, wie die organischen Bestandteile mit der Kochzeit sich in der Lauge anhäufen, nach Prozenten ausgedrückt.

Kurve III giebt an, wie die lose Verbindung sich erst fortwährend bildet, bis zu einem Punkte, von wo ab die Kurve fällt und also die Zersetzung anfängt.

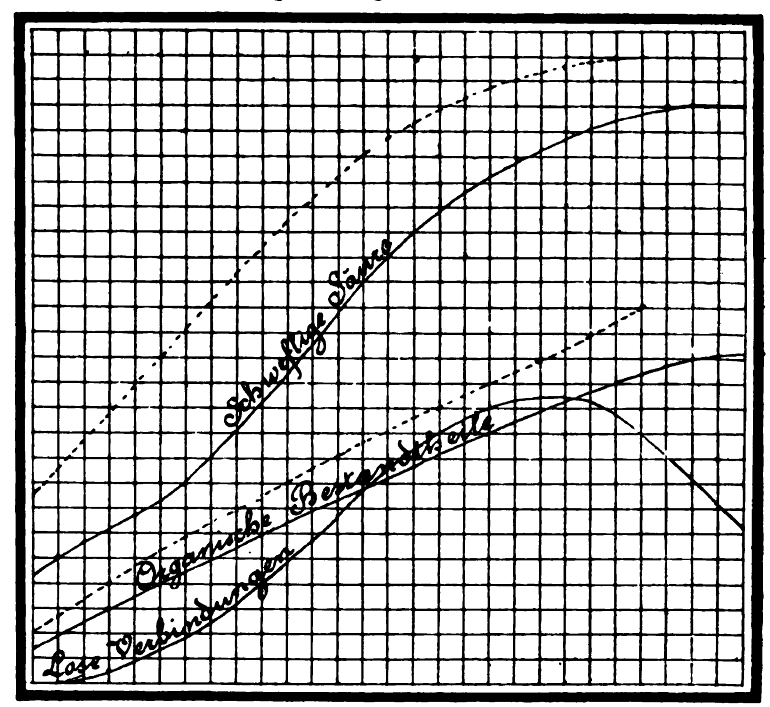


Fig. 50.

Zur Erklärung diene hierbei, dass die Versuche ergeben haben, dass sich in der Lauge ein Teil der schwefligen Säure in einer losen Verbindung befindet, die durch Kochen zerlegt wird. Durch Zusatz einer stärkeren Säure, z. B. Schwefelsäure, erfolgt diese Zerlegung noch leichter. — Dieselbe Beobachtung hat Verfasser bereits vor Jahren gemacht, als er behufs Unschädlichmachung der Kocherlauge dieselbe in grossem, offenem

Kessel verdampfte und zur schnelleren Austreibung der schwefligen Säure Schwefelsäure mit Erfolg zusetzte.

Die Kurve, welche die organischen Bestandteile anzeigt, steigt beinahe nach einer graden Linie, ebenso auch anfangs die Kurve für die schweflige Säure. Bemerkenswert ist aber, dass da, wo die lose Verbindung sich zu zerlegen beginnt, die SO_2-Kurve nicht so schnell steigt, wie früher, weil hier nicht nur allein die freie SO_2 auf die organischen Bestandteile einwirkt, sondern auch die schweflige Säure, die aus der losen Verbindung abgespalten wird, aber schon einmal als mit organischen Bestandteilen verbunden, mitgerechnet war.

In der zweiten Figur sind die Resultate der Untersuchung einer zweiten, kalkreicheren Lauge, ebenso wie vorher eingetragen und der besseren Vergleichung wegen die Linien der ersten Figur gestrichelt nochmals auch hier angegeben. Kurve I stellt die beiden losen Verbindungen zusammen dar. Wie man aus dem Bilde sieht, weichen auch die anderen Kurven sehr wenig von einander ab.

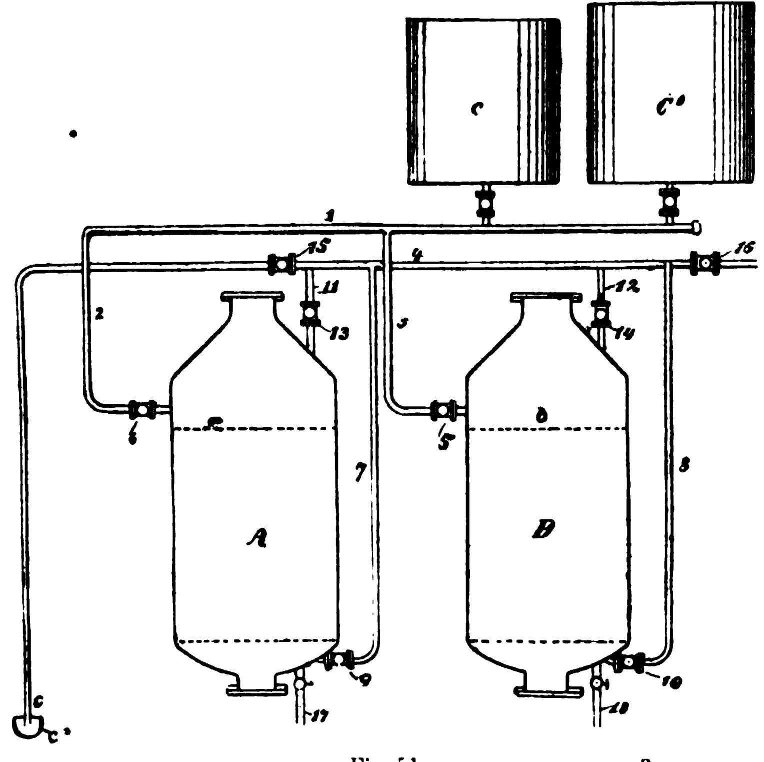


Fig. 51.

Diese Untersuchungen des Herrn Nils Pedersen sind nach Angabe des Herrn Dr. Frank angeregt und aufgebaut auf Voruntersuchungen, welche derselbe früher gemacht und im Jahr 1888 bereits in der „Papierzeitung" veröffentlicht hat.

Entsprechend der Reihenfolge bei dem Kapitel der Laugenbereitung, sei nun das Kochverfahren von Ritter-Kellner hier kurz erwähnt: Es werden in diesem Falle 2 aufrecht stehende Kocher benutzt, welche mit kleinen, durch Bleiringe und -Bänder zusammengehaltene Bleiplatten ausgefüttert sind und 2 durchlochte Böden haben, zwischen welche das Holz gefüllt wird. Die Kocher sind so durch Rohre verbunden, wie die vorstehende schematische Skizze Figur 51 zeigt, welche der Patentbeschreibung entnommen ist. *A* und *B* sind zwei Kocher aus Eisen mit innerem Bleimantel, Kessel *C* enthält die Lösung von schwefliger Säure, C_1 frisches Wasser. Eine Röhre 1 führt von *C* und C_1 durch Abzweigungen 2 und 3 mit Regulierhähnen 5 und 6 in die beiden Kocher und mündet ein wenig über den Gittern *a* und *b*, welche das Holz in die Flüssigkeit getaucht halten. Die Röhre 4 steht nach rechts mit einem Dampfkessel und einem Kessel mit schwefliger Säure in Verbindung. Röhre 4, welche links bei *c* in einem Abzug c_1 endigt, hat 2 Abzweigungen 7 und 8, die in den Bodenteil der Kocher treten, wo sie mit Regulierhähnen 9 und 10 verschlossen sind. Ausserdem hat Rohr 4 zwei Abzweigungen 11 und 12, welche Regulierhähne 13 und 14 besitzen und oben in den Kochern enden. Zum Entleeren der Kocher, d. h. zum Ablassen der Lauge, dienen die Abläufe 17 und 18. Die Arbeit geht folgendermassen vor sich: Man nehme an, Kocher *A* enthalte Holz, welches schon der Einwirkung von 2mal gebrauchter Säurelösung unterliegt, während Kocher *B* mit frischem Holz gefüllt ist. Man öffnet nun die Hähne 6, 9 und 10, während die Hähne 5, 13, 14, 15 und 16 geschlossen bleiben; die frische Lösung läuft also durch Rohr 1 und 2 nach *A* und drängt die dort gebrauchte Lösung durch Rohr 7, 4 und 8 in den Kocher *B*. Wenn *A* mit frischer Lösung gefüllt ist, wird Hahn 6 geschlossen und Hahn 14 geöffnet, worauf Dampf durch die Röhren 7 und 8 in beide Kocher eintritt und das Holz kocht.

Wenn das Kochen in *B* beendet ist, wird Hahn 16 wieder geschlossen und die Hähne 14 und 15 geöffnet; die schweflige Säure und der Dampf werden durch Röhren 12 und 4 in die Abflussleitung c_1 geblasen, oder behufs Wiedergewinnung in

geeigneten Apparaten regeneriert. Hierauf wird alle Flüssigkeit durch Abfluss 18 aus Kocher *B* entfernt, in dem sich jetzt nur noch aufgelöstes Holz befindet. Die Lösung von Kocher *A* wird dann durch Zulassen von frischem Wasser aus Kessel C^1 auf dem früheren Wege in den Kocher *B* getrieben, und ist jetzt einmal benutzte Lösung. Darauf wird das Kochen wiederholt, dann die Rohre 2, 11 und 7 abgesperrt und der Kocher *A* geleert und mit frischem Holz gefüllt.

Von jetzt ab wiederholt sich das Verfahren, nur tauschen die beiden Kocher die Rollen. An Stelle von 2 Kochern können auch mehrere gleichzeitig angewendet werden, wodurch es möglich ist, die Lauge 4 bis 8 mal zu gebrauchen und bis zur Erschöpfung auszunutzen. Die einzelnen Kochungen werden dann natürlich bedeutend verkürzt und man erhält ein Produkt, welches nach jeder Richtung vorzüglich ist.

Will man besonders weisse Cellulose herstellen, so weicht man das Holz in den Kochern mittelst der Lauge auf und presst mittelst einer Pumpe vor der Erhitzung so lange schweflige Säure ein, bis ein Druck von mindestens 2 Atmosphären erreicht ist. Dann erst wird entweder Dampf, oder Dampf mit schwefliger Säure gemischt unter einer Temperatur über Siedehitze längere Zeit eingeleitet, bis die Spannung etwa 3 bis 5 Atmosphären erreicht hat. Hierdurch erfolgt im ersten Stadium Auflösung des Holzes, im zweiten Bleichen der Faser. Der Stoff wird weiss, enthält keine harten Bestandteile und kann weiter verarbeitet werden, ohne einen Knotenfänger zu passieren. Der Kochprozess dauert ungefähr 14 bis 18 Stunden, doch kann er bei niedrigem Druck bis auf 36 Stunden verlängert werden.

Herr Dr. Kellner beschreibt sein eigenes Kochverfahren im Jahrgang 1894, Seite 2586, ausführlich folgendermassen:

Obwohl ich die ersten Patente auf rotierende Kocher aus dem Grunde besitze, weil ich meine erste Fabrikation in solchen betrieb, bin ich doch bald zu der weitaus praktischeren Form der aufrecht stehenden Cylinder übergegangen. Mein Kochapparat besteht seitdem aus einem aufrecht stehenden Cylinder, welcher oben und unten ein grosses, mit umlegbaren Schrauben befestigtes Mannloch trägt.

Dieser Kocher wurde zu Beginn meines Verfahrens mit Bleiplatten belegt, welche entweder durch Laschen an den Kocher angedrückt, oder an Hartbleistreifen gelötet wurden, die in schwalbenschwanzförmigen Nuthen zwischen den Blechen

des Kochers thermochemisch mit dem Eisen verbunden waren. D. R. P. 34074 von 1884.

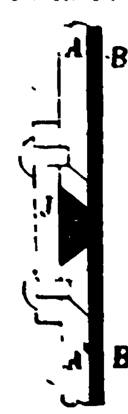


Fig. 52

In Figur 52 ist beispielsweise *G* der Hartbleistreifen, *A* das Kesselblech, *B* Bleiauskleidung, *J* Lasche zur Verbindung der Kesselbleche *A* und A^1. Oder die Bleiplatten wurden mit leichtflüssigem Metall an die Kocherwände selbst gelötet, D. R. P. 37025. Da nicht an allen Punkten geübte Bleilöther zur Verfügung stehen, so trachtete ich von jeher (siehe Pap.-Zeitung 1883) das Blei in den Kochern zu beseitigen.

Mein erstes diesbezügliches Patent habe ich der grösseren Geheimhaltung wegen, durch die Herren Jung und Lindig im Jahre 1887 anmelden lassen, und nachdem es mir vom deutschen Patentamte in der damaligen Fassung verweigert war, wurde es im Jahre 1889 in veränderter Form erteilt. Das meiner diesbezüglichen Erfindung zu Grunde liegende Prinzip war die Doppelzersetzung zwischen Natriumsilicat und Calciumbisulfit, indem sich hierbei Natriumsulfit und Calciumsilicat bildet, welch letzteres die Poren der aus [illegible] gegen Schwefligsäuren SO_2 widerstandsfähigem Stoff zusammengesetzten und mit Wasserglas angemachten Masse [illegible].

Der damalige Unternehmer für [illegible] nach System [illegible], Herr W. [illegible] beschäftigte sich später speziell mit [illegible] aber anfangs den [illegible] des Kochers [illegible].

[illegible]

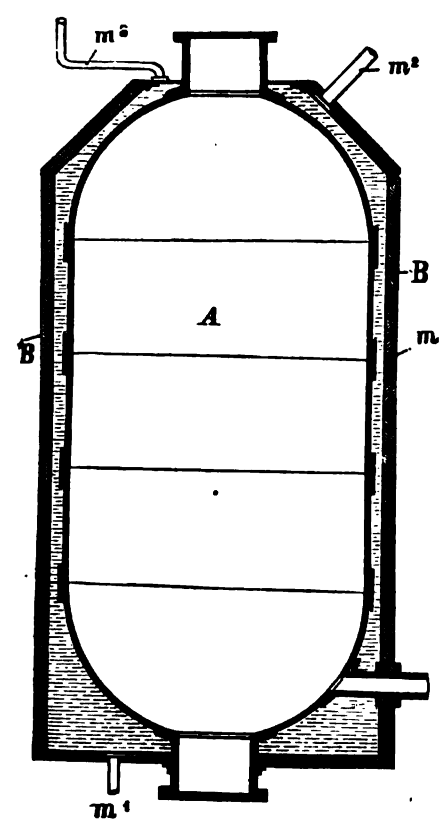


Fig. 53.

vorgeschlagen, den Kocher *A* wie in Figur 53 skizziert mit einem Mantel *B* von dünnem Blech zu umgeben und den Zwischenraum mit einem schwersiedenden Rückstand der Petroleumraffinerie, welcher durch eine, in einer Heizvorrichtung liegende Rohrspirale kreist, zu füllen. (Engl. Patent Nr. 4959).

In den äusseren Mantel *m* münden die Rohre m^2 m^3 zum Ein- und Ausfliessen der flüssigen Rückstände und m^1 zum Entleeren. Der Kocher erhält auf diese Weise auch von Aussen Wärme und bildet an irgend einer durch Springen der inneren Auskleidungsmasse blank liegenden Stelle eine schützende Haut von einfach schwefligsaurem Kalk. Dieser Mantel hat gegenüber dem von anderer Seite vorgeschlagenen (Salomon) den Vorteil, dass man ihn bei etwa vorkommender Reparatur binnen wenigen Stunden vollständig entfernen kann, und dass eine Explosionsgefahr vollständig ausgeschlossen ist. Für den Fall, dass irgend eine Niete leckt, entweicht die austretende schweflige Säure aus dem heissen Öl in Gasform, was sofort bemerkt wird.

Bei Kochern, deren Mantel mit Dampf geheizt wird, besteht ein sehr gefährlicher Moment darin, dass der Raum zwischen Kocher und Mantel gegen schweflige Säure vollständig ungeschützt ist und dass man daher eine Beschädigung des inneren Kochers nicht früher bemerkt, als bis der Mantel ebenfalls defekt ist — was, wie die Zukunft lehren wird, zu bedauerlichen Katastrophen Anlass geben kann.

Die zum Kochen erforderliche Wärme führe ich durch direkten Dampf ein, nachdem ich von der indirekten Heizung aus dem Grunde abgegangen bin, weil die Heizschlangen sich

... dessen die Wärme
... in den Stoff bringen.
... Dampf zu arbeiten.
... Flüssigkeit in solcher
... Hinzufügung des
... zum Kochen erfor-
... nicht, weil ich in
... ohne Schwierig-
... in seinen
... achte.
... nach meinem
... mit Sulfitlauge
... gewinnen. In den
... n das obere
... stehenden Be-
... Flüssigkeit einge-
... Concentration, dass
... Dampf gebildete
... Temperatur
... ist. Die
... angenommen, dass
... diejenige
... das Kochen durch-

... wirklichen Zer-
... Bedingungen,
... nur mit dem
... wird, weil durch
... grosser Kocher
... Stunden auf 105° C
... mehrere Stunden in

... 109° C, sperre dann
... 3 Stunden lang
... damit dieselbe bis
... kann, bevor die Tem-
... Weise vermeide ich
... bei meinem Ver-
... kann natürlich je nach
... Trockengrade verändert
... kleinen oder weniger

langen Stillstand als feuchtes Holz, weil die Lösungsflüssigkeit infolge der Kapillarität schneller eindringen kann. Ich steigere dann die Temperatur rasch bis auf den gewünschten Punkt 120—138° C, sperre den Dampf wieder ab und wiederhole nun in mässigen Intervallen diese Dampfzufuhr.

Um dem Dampf leichter Eintritt zu verschaffen, und den hydrostatischen Druck im Kocher zu eliminieren, lasse ich von Zeit zu Zeit durch das sogenannte am oberen Kocherhals angebrachte Abgasventil Lauge bez. schweflige Säure mit Dampf gemischt in die meinem Verfahren eigentümlichen Kondensationsvorrichtungen ab.

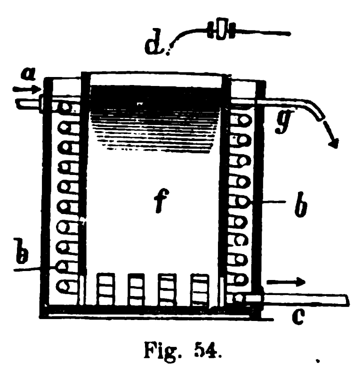


Fig. 54.

In Fig. 54 ist eine solche Kondensationseinrichtung skizziert. Schwefligsäure und Dampf treten bei *a* in die Bleirohrschlange *b*, verdichten sich darin und fliessen bei *c* als wässrige schweflige Säure ab. Das Kühlwasser fliesst durch Rohr *d* in den Innenraum *f*, steigt am Boden zwischen den Wänden und um die Kondensschlange auf und fliesst durch Überlaufrohr *g* ab.

Während des Kochens werden von Zeit zu Zeit Proben genommen und diese haben folgende charakteristische Merkmale: Im Anfange ist die Lauge weingelb und etwas trübe — dann wird sie immer dunkler und klarer, — nach einigen Stunden beginne ich die freie schweflige Säure mit einer Normaljodlösung volumetrisch zu ermitteln.

Es ist nämlich meine spezielle Entdeckung, dass die schweflige Säure während des Kochens nicht, wie Tilghman und Andere angenommen haben, zu Schwefelsäure oxydiert wird, sondern in organische Verbindungen eintritt, und, wenn ich mich so ausdrücken darf, organische sulfinsaure Verbindungen bildet. Und meine Entdeckung ist es auch, dass die in diesen organischen Verbindungen steckende SO^2 die Jodreaktion **nicht** zeigt — die noch ungebundene SO^2 daher durch Jod-Titration während des Kochens ermittelt werden kann.

Gleich bei Einführung des Sulfitstoffes habe ich getrachtet einen Stoff zu erzeugen, welcher so ziemlich allen Anforderungen Genüge leistet, der also verfilzungsfähig, zähe und fest genug ist, um Holzstoff oder Erde für ordinäre Papiere zu binden, der

aber auch gleichzeitig undurchsichtig, weich und sehr leicht bleichfähig ist, um sich auf feinere und feinste Papiere verarbeiten zu lassen.

Es ist mit meinem Verfahren möglich ebenso zähen, aber dabei natürlich ebenso schwer bleichbaren Zellstoff zu erzeugen, wie mit den Verfahren, welche nur bei niederem Druck arbeiten und indirekten Dampf benützen.

Die Ursache, dass die Faser, welche bei niederem Druck und mit indirektem Dampf erzeugt wurde, fester ist, liegt darin dass die intercellulare Substanz, d. i. derjenige Körper, welcher das Röhrchen der Faser, den Hohlraum der Zelle, ausfüllt, nicht durch die Zellenwände diffundiert ist, und zwar aus dem Grunde nicht diffundiert ist, weil unter Bedingungen gekocht wurde, welche die Diffusion nicht zulassen.

Bleibt nämlich der Gehalt der Kochflüssigkeit an anorganischen Stoffen ausserhalb der Zelle gleich hoch mit demjenigen Teil, welcher ins Innere der Zelle gedrungen ist, so liegt für den letzteren keine Veranlassung vor, sich durch die Membrane zu bemühen; wird jedoch, wie dies beim Kochen mit direkten Dampf geschieht, die Kochflüssigkeit ausserhalb der Zelle infolge des Kondensationswassers verdünt, so diffundiert die im Innern der Zelle enthaltene noch konzentriertere Lösung durch die Zellenwände.

Das Kochen wird beiläufig wie folgt ausgeführt:

Kochtabelle:

Füllen des Kochers mit Holz			10	Min.
„ „ „ „ „ mit Eintreten			30	„
Einfüllen von Lauge			20—30	„
Verschrauben des oberen Mannloches			15	„
Dampf bis auf 109° C.	1	Std.	30	„
Stillstand	3	„	—	„
Dampf bis auf gewünschte Temperatur	1—2	„	—	„
Kochzeit mit Abgasen, Laugenablass und einige Male Dampfzuleitung	8—14	„	—	„
Abgasen in die Konzentration	1	„	—	„
Ausblasen	—	„	15	„
Wasserzuteilen und Entleeren des Rückstandes	—	„	30	„
Reinigen des Kochers	1	„	—	„
etwa	21	Std.	—	Min.

Man kann daher, kleine Reparaturen am Kocher eingerechnet, alle 22—30 Stunden eine Kochung machen.

Diese Reparaturen sind dadurch auf ein Minimum reduziert, dass der Kocher ausser den Mannlöchern nur eine Öffnung für die Dampfeinströmung, eine für den Laugenablass, eine für die Entgasung und eine für die Anbringung des Thermometers und des Probehahns besitzt.

Der nachstehend beschriebene Apparat bezweckt die Verluste an schwefliger Säure beim Kochen, sowie die Verunreinigung des Stoffes durch Niederschläge von einfach schwefligsaurem Salz zu vermeiden.

Beim Sulfitverfahren wird in der Regel zugleich mit dem Holze die kalte Lauge in den Kocher gefüllt und durch innere oder äussere Heizung allmälig auf die erforderliche Temperatur gebracht, bei welcher die Zerlegung des Holzes in seine Fasern vor sich geht. Bei diesem Anheizen scheidet sich stets eine beträchtliche Menge Calciummonosulfit aus der Lauge aus, wahrscheinlich infolge Freiwerdens eines Teiles der schwefligen Säure beim Anwärmen und wirkt sowohl dadurch schädlich, dass es Krusten auf der Heizschlange oder der inneren Fläche des Kochermantels bildet, als auch dadurch, dass es den Zellstoff missfarbig macht und hinterher ein stärkeres Bleichen erfordert. Um diesem Übelstande zu begegnen, wird nach vorliegender Erfindung (Amerik. Pat. Nr. 542932 und Österr. Patente Nr. 33685 und 56889) die Lauge in einem besonderen Erhitzer ausserhalb des Kochers bis über Siedehitze vorgewärmt, wobei die Abscheidung des Monosulfits ausserhalb des Kochers erfolgt, und sodann in den mit Holz gefüllten Kocher übergeleitet.

Dabei wird die beim Anwärmen der Lauge freiwerdende schweflige Säure in einer Kühlschlange kondensiert und wieder als Lösungsmittel für das ausgeschiedene Monosulfit benutzt.

Die Figur 58 zeigt einen Vertikalschnitt eines aufrechtstehenden Erhitzers mit Kondensator. Derselbe besteht im Wesentlichen aus einem Kessel *a* mit Dampfheizschlange *b*, in welche der Dampf bei *c* eintritt, während am Ende ein Kondenswassertopf *e* angeschlossen ist. Auch ist oben und unten je ein Thermometer *t*. Unten am Kessel befindet sich ein Ablass und Reinigungsventil *n*. Die zu erwärmende Lauge tritt bei *f* in den Kessel ein und bei *g* aus. Oben ist der Kessel durch ein Ventilrohr *h* mit dem einen Ende einer Kühlschlange *j* verbunden, während das andere Ende j^1 zu einem Aufnahmegefäss für die Kondensationsprodukte führt. Der Kondensator *k* besteht aus 2 konzentrischen Gefässen, von denen das innere unten Durch-

brechung hat. Die Kühlflüssigkeit fliesst durch das Rohr *l* in das innere Gefäss, steigt in dem Raum zwischen dem inneren und äusseren Gefäss empor und fliesst durch das Rohr l^1 ab.

Um die Abscheidung des Monosulfits zu erleichtern und dasselbe zugleich während des Anheizens schwebend zu erhalten, ist im Kessel ein (in der Figur nicht dargestelltes) Rührwerk vorgesehen.

Das Verfahren verläuft nun kurz wie folgt:

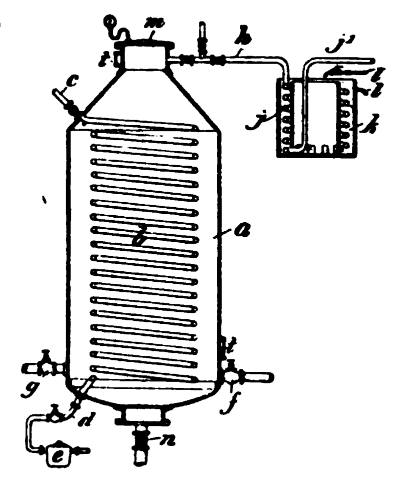


Fig. 55.

Der Erhitzer wird mit Lauge gefüllt und diese, bei beständigem Antrieb des Rührwerks bis einige Grad über den Siedepunkt erhitzt. Ist dieser Punkt erreicht, so wird das Rührwerk abgestellt, das ausgeschiedene Monosulfit absetzen gelassen und die heisse Lauge zu dem bereits mit Holz gefüllten Kocher übergeführt. Die sich entwickelnden, hauptsächlich aus schwefliger Säure bestehenden Gase werden in dem Kondensator verflüssigt und in den Vorratsbehälter geleitet, in welchen auch die nachbeendigter Kochung aus dem Kocher entweichenden Gase übergeführt werden. Nach Entleerung des Erhitzers und vor Neufüllung desselben wird die verflüssigte schweflige Säure aus dem Vorratsbehälter in den Erhitzer geleitet, um das ausgeschiedene und auf dem Boden desselben abgesetzte Monosulfit aufzulösen, worauf wieder kalte Lauge eingeführt wird und die Erhitzung von neuem beginnt.

Jedes der zur Herstellung von Cellulose angewendeten und nach den Erfindern benannten Verfahren, schreibt zur eigentlichen Kochung des Holzes einen bestimmten Weg vor, der, ob zwar im Prinzip und im allgemeinen überall eingehalten, in jeder einzelnen Fabrik, grössere oder kleinere Abweichungen zeigt, die den gegebenen örtlichen Verhältnissen, den Erfahrungen des Fabrikanten oder des Fabrikleiters und Kochmeisters, der Beschaffenheit des zu verarbeitenden Holzes und derartigem mehr, angepasst sind. Im Nachstehenden beschreiben wir einige derartige, in Einzelheiten mehr oder weniger von einander abweichende, praktisch erprobte Kochmethoden. 1. Der Kocher wird angeheizt, je langsamer desto besser, auf 116° C. bei ca.

2,8 Atmosphären gebracht und hierauf der Dampf abgesperrt, es folgt ein Stillstand, den man nach Bedarf bis zu 8 Stunden ausdehnen kann. Der Druck, der zu Anfang des Stillstandes etwas steigt, sinkt allmälig und wird, wenn nötig, noch durch Dampfablass auf mindestens 2 Atmosphären heruntergebracht. Dann folgt erneuter Dampfeinlass bis zur Temperatur von 136°, Druck von 4—5 Atmosphären, und auf diesem Status wird der Kocher annähernd erhalten, bis die Kochung nach Aussehen, Geruch und Schwefligsäuregehalt der Lauge für beendet anzusehen ist, worauf der Dampf möglichst schnell abgeblasen wird. Die Dauer der ganzen Kochung nach dieser Methode beträgt 18—22 Stunden, und sie ist hauptsächlich geeignet für Cellulose, die zum Bleichen bestimmt ist.

2. Der Kocher wird in circa 3 Stunden auf 105° gebracht und dann weitere 3 Stunden im Stillstand belassen. Hier nach wird bis auf 3 Atmosphären abgeblasen und das Heizen mit Dampf fortgesetzt bis auf 125° C. Es erfolgt abermaliger Dampfablass, bis die Temperatur auf 120—125° zurückgeht, und dann wird unter beständigem Dampfzutritt in ca. 10—12 Stunden bei 130° C. abgekocht. Dauer der Kochung 14—18 Stunden.

3. Anheizen auf 105° C. und $2^1/_2$—3 Atmosphären innerhalb 3—4 Stunden. Hierauf Stillstand, der je nach Erfordernis und Gebrauch 1—3 Stunden dauert; dann Weiterheizen, so dass bei 108° C etwa $2^1/_2$—3 Atmosphären, bei 115° ca. 3 Atm., bei 123₀ ca. 4 Atm., bei 130° ca. $4^1/_2$ Atm., bei 135 ca. 5 Atm. Druck vorhanden ist; die höchste zugelassene Temperatur beträgt 135—140°; steigt sie, so muss der Dampfzulass unterbrochen werden. Fertigstellung der Kochung bei 0,56 — 0,5% schwefliger Säure, was in circa 8—9 Stunden nach dem Stillstande erreicht sein soll. Dauer der Kochung 10 bis 14 Stunden.

Nach dem Vorhergesagten besitzt das Ritter-Kellner'sche Verfahren folgende Eigentümlichkeiten und Vorteile:

1., die Möglichkeit, auch bei der Holzvorbereitung zum Sulfit-Verfahren eine ähnlich weitgehende Verkleinerung anwenden zu können, wie für das Natronverfahren.

Vorteile: a., gleichmässige Verkleinerung, daher gleichmässiges Erzeugnis.

b., rasches Durchdringen der Holzteilchen mit Lösungsflüssigkeit, daher splitterfreier Stoff und kürzere Kochzeit.

2., Anwendung einer Lösungsflüssigkeit, welche aus einem Doppelsalz der schwefligen Säure „Calcium-Magnesium-Bisulfit“ besteht, und dadurch erzeugt wird, dass man „Dolomit“ zur Erzeugung der Lösungsflüssigkeit benutzt.

Vorteile: a., geringere Kalkabscheidung im Kocher, weil das Monofulsit der Magnesia wasserlösslich ist; die Kalkverbindung aber von der Magnesia während des Kochens zersetzt wird;

b., weisserer, zäherer Stoff, weil die SO_2 länger zurückgehalten wird.

3., Benutzung einer Lösungsflüssigkeit, welche auf 1 Molekül Base mehr als 2 Moleküle SO_2 enthält. (Deren Zusammensetzung sich also mehr einem hypothetischen „Trisulfit“ nähert).

Vorteile: a., Kalkabscheidung im Kocher vollkommen eliminiert, da nach dem Mariotte'schen Gesetze während des Kochens das zur Lösung des $Ca\,SO_3$ erforderliche Molekül SO_2 infolge des, durch die überschüssige SO_2 erzeugten Gasdruckes nicht in den Dampfraum des Kochers entweichen kann;

b., die Möglichkeit, nach Wunsch ganz weissen und baumwollartigen Zellstoff herzustellen, welcher wenig transparent und sehr leicht bleichfähig, daher für die Fabrikation feiner und feinster Papiere sehr hochwertig ist;

4., das Verfahren, die aus den Öfen kommenden SO_2 haltigen Gase vor deren Eintritt in die Absorptions-Vorrichtungen einer energischen Kühlung zu unterwerfen.

Vorteile: Die Möglichkeit, hochkonzentrierte Lösungsflüssigkeit in relativ kleinen Apparaten zu erzeugen, weil die Absorptionsfähigkeit (Lösungs-Koeffizient) einer Flüssigkeit für Gase bekanntlich mit der Abnahme der Temperatur bedeutend zunimmt.

5., das Verfahren, diese kalten Gase durch künstlichen Druck (gegebenenfalls Zug) durch eine beliebige Anzahl von Absorptions-Apparaten zu zwingen.

Vorteile: a., vollständige Absorption der SO_2, daher grösster Nutzeffekt;

b., Unabhängigkeit von Windrichtung und Aussentemperatur;
c., konstant gleichbleibende Erzeugung in qualitativer und quantitativer Beziehung;
d., keine Beschädigung umliegender Vegetation;
e., Erzeugung beliebig hochkonzentrierter Lösungsflüssigkeit.

6., Die Anwendung stehender cylindrischer Kocher mit kombinierter direkter und indirekter oder nur direkter Heizung.

Vorteile: a., rasches Kochen, weil kein Zeitverlust durch langdauerndes Ankochen;
b., vorzügliche Circulation;
c., keine harten Kalkablagerungen an den Heizrohren;
d., bequeme Bedienung des Kochers, rasches Füllen und Entleeren.

7., Anwendung rotierender Kocher mit direkter Heizung.

Vorteile: a., für kleinere Anlagen, einfache Bedienung;
b., baumwollartiger Stoff.

8., Verschiedene Arten von Verbleiung und die Verwendung von Wasserglas zur Herstellung einer säurebeständigen Schutzmasse.

Vorteile: a., rasche Ausführung von Reparaturen;
b., fugenlose Auskleidung.

9., Die Verkleidung dieser Schutzmasse mit Platten aus Hartglas.

Vorteile: a., grösste Reinheit;
b., sofortiges Sichtbarwerden etwa entstandener Sprünge der Verkleidung durch das Glas (als braune Linienflecken);
c., grösste Dauerhaftigkeit;
d., bester Schluss an den Fugen.

10., Das Verfahren, den Fortgang des Kochens in seinem Fortschreiten durch Titration mit Jodlösung zu kontrollieren.

Vorteile: a., Die Möglichkeit, den jeweiligen Stand der Umwandlung genau zu ermitteln;
b., verschiedene Qualitäten (zäh und weich) nach Belieben erzeugen zu können.

11., Verfahren, die nach Beendigung des Kochers im Kocher verbleibende SO_2 dadurch wieder zu gewinnen, dass dieselben mit Wasserdampf gemischt durch Kühlschlangen geleitet wird.

Vorteile: a., Wiedergewinnung von etwa 18—20 Prozent aller angewandten SO_2;
b., keine Belästigung der Nachbarn;
c., Vorrat von wässeriger SO_2 zur Herstellung beliebig starker Lösung;
d., Entfernung auftretender Gypskrusten in den Absorptionsapparaten.

12., Das Verfahren, die Sulfitkocher unter Druck zu entleeren, (Ausblase-Verfahren).

Vorteile: a., sehr rasches Entleeren, weil nicht gewartet zu werden braucht, bis der Druck herabgeht;
b., aufgeschlossener Stoff, der sich sehr leicht und mit wenig Wasser auswaschen lässt.

Die bei der Laugenbereitung schon erwähnten anderen Sulfitverfahren (nach Hoyer) unterscheiden sich nun in den Hauptzügen bei dem Kochprozess folgendermassen:

Ekman kocht in einem Cylinderkessel, der von einem Dampfmantel umgeben, mit Blei ausgefüttert ist und behufs des Leerens und Füllens auf Seitenzapfen drehbar ist. Der cirka 1,3 Meter weit und 4 Meter hohe Kessel wird nach der Holzbeschickung so weit mit der Kochflüssigkeit gefüllt, dass das mit gelochten Bleiplatten belastete Holz stets von derselben bedeckt ist. In dem Mantel wird nun allmählig durch besonderen Kesseldampf ein Überdruck nach folgender Regel hervorgebracht: In den ersten zwei Stunden steigere man im Innenkessel den Druck auf 0,7 Atmosphären, in den nächsten 2 Stunden in der Stunde um 1,4 Atmosphären, in der dritten Stunde um 1 und dann in 2 folgenden Stunden noch um je 0,7 Atmosphären. Mit diesem Enddrucke von 6 Atmosphären lässt man den Kocher 1 bis 3 Stunden verweilen, bis ein eigentümlicher Geruch des durch ein Ventil abgelassenen Dampfes oder eine genommene Probe die Vollendung des Prozesses anzeigt. Dann wird der Dampf abgelassen, die Flüssigkeit aus dem Kocher durch das an einem Ende angebrachte Bleisieb abgeseihet und endlich nach Drehung des Kochers der Inhalt ausgestürzt, um auf gewöhnliche Weise gewaschen oder gemahlen zu werden. Die Ausbeute nach diesem Verfahren soll 32,68% vom eingefüllten nassen Holze, oder 40% von trocken gedachtem Kochholze ergeben.

Francke in Mölndal benutzt einen liegenden Cylinderkessel aus Stahlblech von 2,2 Meter Durchmesser und 12,5 Meter Länge,

mit einer 6 Millimeter starken Bleibekleidung, die einen selbständigen, aus Bleiblech zusammengelötheten Kessel bildet, der durch Messingringe in Abständen von 1 Meter am äusseren Kessel festgehalten wird. Die Kocher, welche sich langsam (1 mal in 10 Minuten) drehen, tragen inwendig Mitnehmerstifte zum Emporheben des Holzes, liegen mit breiten Ringen auf Rollen und erhalten die Drehung durch ein Schneckengetriebe. Sie werden zunächst etwa $^3/_4$ mit Holzstücken und dann mit soviel Lösung von 4—5° B gefüllt, dass das Holz gut bedeckt ist. Die Kochung erfolgt bei einem Drucke von etwa 3,5 Atmosphären, welcher durch Wasserdampf erzeugt wird, der in einen am Ende angebrachten hohlen Zapfen eintritt und vermittelst eines Reduktionsventils reguliert wird Wenn das Kochen etwa 11 Stunden gedauert hat, blässt man durch einen Bleihahn von der Masse etwas zur Probe aus und wiederholt diese Probe von Zeit zu Zeit, bis sie die richtige Beschaffenheit zeigt, wozu je nach der Qualität und Nässe des Holzes 12 bis 17 Stunden erforderlich sind. Nach Beendigung des Kochens werden die im Kessel vorhandenen gespannten Dämpfe und Gase in den Sulfitturm abgeblasen, um wieder zur Neubildung von Sulfit benutzt zu werden. Nachdem dann die Kochlauge ebenfalls durch Ablaufen entfernt ist, findet zweimalige Waschung Spülung) des gekochten Holzes und endlich die Entleerung in Tropfkästen statt. Hinzuzufügen ist noch, dass man zu der eben beschriebenen Kochung auf 1000 Kilo Holz 900 bis 1250 Liter Kochflüssigkeit verbraucht.

Als Ergänzung hierzu sei noch die genauere Beschreibung des Kochers gegeben, wie solche dem Amerikanischen Patente Nr. 304092 (Pap. Zeit. 1885) entnommen ist:

Der Kocher, welcher hiernach nicht, wie oben angegeben, 12 Meter, sondern nur ungefähr 6 Meter lang ist, bei 2 Meter Durchmesser, ist aus Stahlblech verfertigt und mit einer Bleiverkleidung versehen. Der Dampf wird links und rechts durch Rohre eingeleitet, welche im Kocher selbst durchlocht sind, so dass der Dampf frei in die Masse strömen kann. Der Kocher dreht sich, wie erwähnt, um seine Längsachse, aber nicht in Zapfenlagern, sondern auf Rollen. Zu diesem Zwecke sind auf dem Kocherumfange 3 starke Ringe angebracht, welche auf je 2 Rollen ruhen. Das Drehen des Kessels geschieht durch eine Schnecke, die in ein auf dem Umfange befestigtes Schneckenrad eingreift. Die Befestigung des Bleies im Innern geschieht

derart, dass es lose auf die Stahlplatten des Kochers gebracht und daselbst mittelst starken Spreitzringen festgehalten wird. Die Bleitafeln müssen möglichst gross sein, um je einen vollständigen Ring abzugeben. Die Fugen werden verlöthet und der fertige Bezug wird nun mittelst der genannten Ringe an der Kocherfläche befestigt; diese Ringe sind an einer Stelle aufgeschnitten und lassen sich mittelst Keilen auseinandertreiben, wodurch das Blei dicht an die Wandungen gedrückt wird. Eine Zwischenlage zwischen Blei und Kocher ist nicht vorhanden. Um Undichtheiten im Blei bemerken zu können, ist der Mantel des Kochers mit einer sehr grossen Anzahl von Löchern versehen, die durch Hähne verschliessbar sind. Die Hähne sind während der Arbeit offen. Tritt nun der Fall ein, dass die Bleiverkleidung nicht mehr dicht ist, so tritt die Kochflüssigkeit an einer oder mehreren Stellen durch die Hähne aus; diese Hähne schliesst man vorläufig, bis man die Reparaturstelle, welche durch die Lage der Hähne leicht auffindbar ist, der Arbeit unterziehen kann.

Es haben sich diese Kocher in der Praxis als gut erwiesen und ebenso die mittelst Spannringen befestigte Verbleiung als zweckmässig. Um die Verbleiung zu schonen, braucht der Kocher nicht fortgesetzt zu rotieren, sondern man kann ihn ja nur zeitweise, oder eventuell auch nur am Schluss zur schnelleren Entleerung in Bewegung setzen. Diese Kocher haben noch den Vorzug, dass sie das Absetzen von schwefligsauerem Kalk und dadurch die Entwertung eines Teiles des Stoffes ausschliessen.

Die allgemeinen Grundzüge des Kochverfahrens nach Pictet und Brelaz sind schon auf Seite 83 angegeben worden. Es würde nur noch zu bemerken sein, dass sich nach dem Kochen in der Kochflüssigkeit nicht nur eine gewinnbare Menge verschiedener Stoffe, vor allem Gummi, Harz und ätherisches Oel, sondern auch fast sämtliche schweflige Säure vorfindet, weshalb bei diesem Verfahren besonders die Wiederbenutzung der Kochflüssigkeit ins Auge gefasst ist, indem man dieselbe nach der Kochoperation in einen zweiten, auch dritten vorher mit Holz gefüllten Kocher leitet, bis sich dieselbe mit anderen Stoffen gesättigt hat. Da aber die Flüssigkeit durch Capillarität im Holze zurückgehalten wird und nicht direkt von einem Kocher in den anderen fliessen kann, so verlangt aus diesem Grunde der Prozess, dass das Holz nach dem Entleeren aus-

gepresst wird, um die Flüssigkeit zu gewinnen. Durch Verdampfen trennt man die SO^2 von den gelösten Harzen u. s. w., um sie durch Auffangen wieder zu gewinnen.

Zu diesem sehr einfach erscheinenden Verfahren muss aber bemerkt werden, dass die bei 10—15° Kälte flüssig gemachte Schwefligsäure einen sehr grossen Druck entwickelt, woraus die Thatsache folgt, dass bei einer Temperatur von 85° Celsius im Kocher bereits ein Druck von 7 Atmosphären herrscht, trotz der bedeutenden Verdünnung der Schwefligsäure, weil bei dieser Temperatur nur noch sehr geringe Mengen der Säure im Wasser gelöst sind. Da es nun grosse Schwierigkeiten macht, die niedrigen Temperaturen sorgfältig zu regeln, so bietet dieses einfache Verfahren bedeutende Gefahren wegen der entstehenden hohen Drucke, sobald die Temperatur nur erheblich gesteigert wird.

Ausserdem ist zu bemerken, dass auch bei diesem Prozess ein Teil der SO^2 oxydiert wird, welche die Holzmasse bei höherer Temperatur leicht schwärzt, um so mehr als in den Kochlaugen der schützende Kalk fehlt, der bei anderen unter Abgabe von SO^2 aus dem vorhandenen Calciummonosulfit die gebildete SO^3 aufnimmt und neutralisiert.

Flodquist benutzt einen drehbaren Kugelkocher aus Stahlblech, inwendig mit Bleiplatten ausgefüttert, welche durch Schrauben mit grossen flachen, bleiplattierten Köpfen befestigt werden. Ausserdem besitzen die Stahlplatten eine Menge kleiner Löcher, durch welche die Luft beim Andrücken der Bleiplatten entweicht. Nachdem der Kocher beschickt und mit Kochflüssigkeit von 5° B. gespeist ist, wird derselbe mit Dampf geheizt, so dass der Druck allmälig auf 4,7 Atmosphären steigt. Diese Spannung wird so lange erhalten, (während sich der Kocher etwa 4 mal in der Stunde dreht) bis Proben ergeben, dass das Rohmaterial in Brei verwandelt ist, was in der Regel eine Zeit von 8—9 Stunden erfordert. Nach Beendigung des Kochens wird der Inhalt in eine unter dem Kocher befindliche Grube aus Abtropfsteinen oder durchlöcherten Holzwänden abgelassen und später gewaschen und zerkleinert. — Die Anwesenheit des sauren, phosphorsauren Kalkes beim Kochen (siehe Laugenbereitung) soll das Rötlichwerden des Stoffes verhindern.

Ein neues amerikanisches Patent von Flodquist ist unter Nr. 525540 beschrieben und abgebildet:

Während man Sulfitstoff-Kocher bisher entweder von innen mit direktem Dampf oder von aussen mittelst Dampfmantels heizte, wobei das erstere Verfahren eine schädliche und ungleichmässige Verdünnung der Lauge bewirkte, das letztere wegen des hohen erforderlichen Dampfdruckes einen sehr starken und kostspieligen Mantel notwendig machte, wird nach vorliegender Erfindung der Kocher aussen mittelst heisser Luft oder heisser Gase, z. B. russfreier Feuerungsgase von etwa 300° C geheizt. Da die Luft unter keinem Druck zu stehen braucht, um auf die nötige Temperatur erhitzt werden zu können, kann der Mantel aus ganz dünnen Platten hergestellt werden. Da der Mantel auch nicht besonders dicht zu sein braucht, kann man ihn aus einzelnen Stücken zusammensetzen, welche sich leicht abnehmen lassen, um den Kocher freizulegen. Der Kocher *A* ruht mit hohlen Zapfen *B B* in Lagern *C* und wird mittelst Schneckenrades *D* und der Schnecke D^1 in Umdrehung versetzt. Ein Rohr *L* dient zur Erprobung des inneren Dampfdruckes. Wie üblich ist ein Mannloch *N*

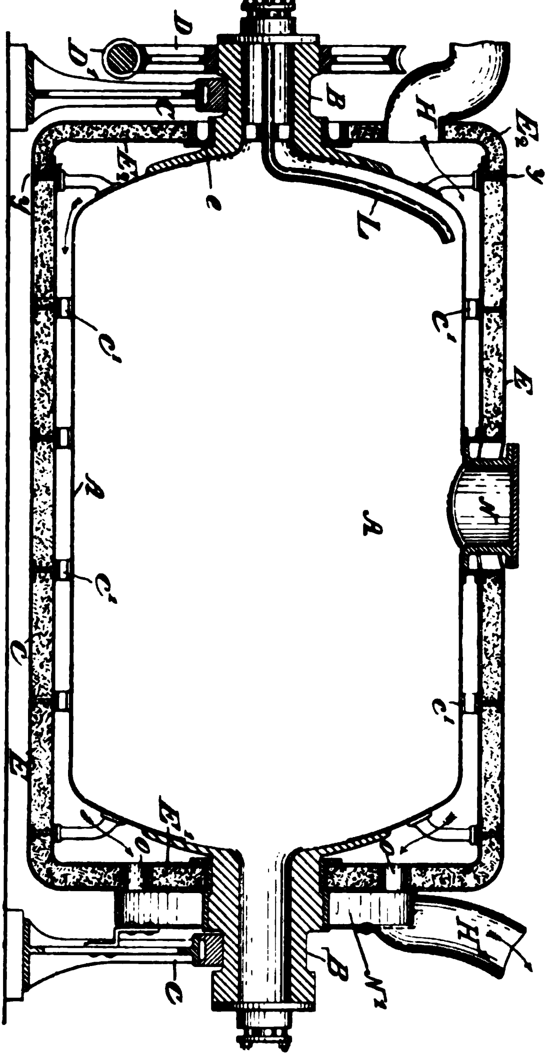


Fig. 56.

vorgesehen. Der Mantel ist, um die Wärmeausstrahlung zu verhüten, hohl und mit Asbest oder Mineralwolle gefüllt. Der cylindrische Körper *E* des Mantels ist durch Winkeleisen C_1 mit der Kocherwandung verbunden und dreht sich, ebenso wie die rechte Stirnwand E^1 mit dem Kocher. Die linke Stirnwand E^2, welche den Einlass *H* für die heisse Luft oder die heissen Gase trägt, dreht sich dagegen nicht. Mit dem Ringe *e* gleitet sie auf dem Hohlzapfen *B* und stützt sich bei *Y* gegen den mittleren, sich drehenden Teil des Mantels. In der rechten Stirnwand befinden sich im Kreise eine Anzahl Löcher *O*, welche zu einem feststehenden Hohlraum N^1 führen. Die heisse Luft tritt links durch das Rohr *H* in den Raum zwischen Mantel und Kocher, umspült den letzteren und gelangt durch die Öffnungen *O* in der rechten Stirnwand in den Hohlraum N^1, aus welchem sie durch Rohr H^1 abgeführt wird.

Zum Schluss dieses Kapitels seien noch einige Vorschläge bezüglich der Art und Ausfütterung von Sulfitkochern angeführt, wie sie sich zerstreut in der Papierzeitung vorfinden.

Ein Herr Wagg in Amerika bekleidet den Kocher wie Mitscherlich zunächt mit dünnem Bleiblech aus, legt auf dieses Asbestpappe und hierauf 8" dicke Ziegel von 1 Fuss im Quadrat. Jeder Ziegelstein wird durch einen Bolzen in der Weise an die Kocherwand geschraubt, dass der Kopf in den Stein eingelassen und die Mutter aussen angesetzt ist. Die Steine haben ringsum Rinnen, welche man mittelst stumpfen Werkzeugs mit Blei schwalbenschwanzförmig ausfüllt und damit verdichtet. Die Bolzenköpfe werden auch mit Blei gedeckt und die Bolzen selbst sind an einer Seite abgeflacht, damit die Säure längs derselben durch eine Aussparung in der Mutter nach aussen treten kann, wenn die Dichtungslagen irgendwo leck werden. Man soll dann wie bei Franke's Kocher aussen erkennen, wo innen eine undichte Stelle vorkommt und diese leicht wieder ausbessern können.

Sulfitstoff-Kocher von Frambach und Dart in Kaukauna und Vollrath in Sheboygan, Wisconsin. Amerikanisches Patent Nr. 348159. Während man bisher die Sulfitstoff-Kocher innen mit einem Bleifutter versah, soll nach vorliegender Erfindung ein säurebeständiger u. elastischer Emailüberzug angewendet werden.

Der Kocher in Fig. 57 abgebildet, besteht aus einzelnen mit Flantschen versehenen Rohrabschnitten *C* und den Kopf- und Bodenstücken *B*; die einzelnen Teile sind an ihren

Flantschen durch schraubenbolzen verbunden. Behufs Abdichtung sind Bleiringe D zwischen die Flantschen gelegt. Sämtliche genannte Teile sind an der Innenfläche bis über einen Teil der Flantschen mit dem Email überzogen. Der Kocher wird durch ein gebogenes Dampfrohr *E* geheizt, welches aussen mit dem Emailüberzug versehen ist. Zum luftdichten Anschluss desselben an die Bodenplatte *B* dienen Bleiringe *I*.

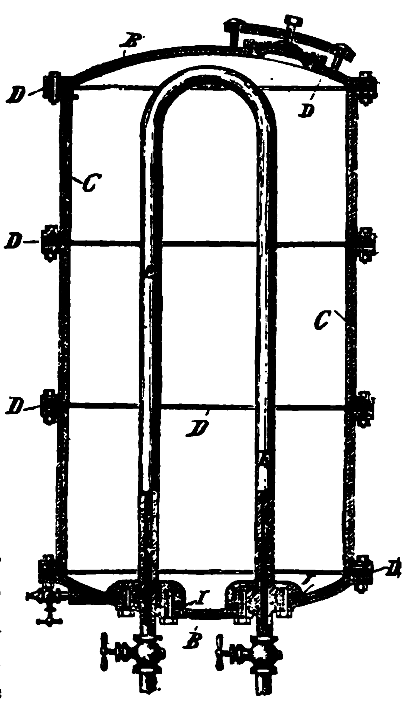


Fig. 57.

Um die einzelnen Teile des Kochers mit Email zu überziehen, werden dieselben zunächst mit Säure behandelt, dann mit Sand gescheuert, abgespült, in heisses Kalkwasser getaucht und getrocknet. Sodann werden die Teile mit einem Schwamm abgewischt und die erste Schicht des Emails aufgetragen. Nachdem diese getrocknet ist, werden die Teile in Muffeln bis zum Schmelzen des Emails erhitzt. Nach erfolgter Abkühlung wird die zweite Schicht aufgetragen und ebenso getrocknet und geschmolzen. Als Email kann jedes glasige Email Verwendung finden, welches säurebeständig und elastisch ist. Eine geeignete Mischung für die erste Schicht besteht aus 5 Teilen Kalk, 10 Teilen Flussspath, 5 Teilen kohlensaures Natron, 50 Teilen weissen Sand, 50 Teilen Bleiglätte und 20 Teilen Borsäure, welche gemischt und zusammengeschmolzen, sodann gemahlen und mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt werden. Für die zweite Schicht können die obengenannten Substanzen unter Zusatz von 10 Teilen Knochenasche, 5 Teilen Talkum und 4 Teilen Kryolith verwendet werden, welche gemischt und bei starker Hitze zu einem flüssigen Glase geschmolzen in Wasser (behufs Granulation) gegossen, sehr fein gemahlen und mit Wasser angerührt werden.

Futter für Sulfit-Kocher von Goldburg Harden Poud in Ruttand, Vermont, Vereinigte-Staaten, Amerika. Patent 351067.

An Stelle des bisherigen Bleifutters wird nach vorliegender Erfindung in Kochern und anderen Apparaten, die mit Säuren in Berührung kommen, eine Bronze verwendet, die aus 100 Teilen Kupfer, $33^1/_2$ Teilen Blei, 10 Teilen Zinn und 4 Teilen Antimon besteht. Diese Bronze soll sehr dauerhaft und vollkommen widerstandsfähig gegen die bei der Herstellung von Cellulose angewandten Säuren sein.

Neuer als die bisher angeführten Methoden ist die Anwendung einer säurefesten Schutzmasse, welche Wilh. Wenzel, Wien, I. Friedrichstrasse anbietet und die sich praktisch bewährt haben soll. Nach diesem Verfahren wird die Schutzmasse mit einer Bretter-Schablone flüssig aufgetragen und zwar je nach Form und Grösse der Kocher, in Dicke von 60—200 Millimeter. Bei Mitscherlich-Kochern von 4 Metern Durchmesser beträgt die Dicke 125 Millimeter; am Boden muss die Schicht stärker und gegen den Cylinder abgerundet sein. Drehkocher von $2^1/_2$—3 Meter Durchmesser bedürfen einer Schicht von 80—100 Millimeter, während bei 2—$2^1/_2$ Meter Durchmesser 70—80 Millimeter Dicke genügen. Die Arbeit nimmt 3—4 Wochen in Anspruch. Nach vollendeter Auskleidung wird der Kocher mehrere Stunden unter Dampfdruck einer Temperatur von 140°—160° Celsius ausgesetzt. Dabei entstehen an den undichten Stellen Risse, die aufgehackt und mit frischem Stoff vergossen werden. Dies wird wiederholt, bis sich keine schlechten Stellen mehr zeigen und dann zum Schluss ein Überzug von 4—5 Millimeter Dicke aus ganz feinem Stoff aufgetragen. Nach gemachten Erfahrungen wird dieser letzte Überzug in 2—3 Monaten ziemlich abgenutzt, kann aber von 2 Arbeitern leicht in einer Stunde mit dem Pinsel wieder hergestellt werden und nach weiteren 2 Stunden kann man den Kessel wieder zum Kochen benutzen. Die abgebrauchte Schicht von 4—5 Millimeter kommt nun zwar in den Stoff, soll jedoch keinen Schaden machen. Als Hauptvorteil wird hervorgehoben, dass der Kocher stets dicht bleibt und die schweflige Säure niemals an die Kocherschale kommen kann. Die Mannlöcher werden nach wie vor mit Blei verkleidet. Die Kosten dieser Methode stellen sich auf 70 Mark per Quadratmeter Auskleidungsfläche, wozu noch die Frachten, Löhne u. s. w. kommen. Billig ist demnach auch dies Verfahren nicht, doch wenn es absoluten Schutz gewährt, würde es ein willkommener Ersatz für die meisten der bisher angewendeten Verfahren sein.

Später hat Herr Wenzel noch einige Änderungen in der Art der Verkleidung der Kocher vorgenommen: Er wendet keine Bleistützen, sondern solche aus Phosphorbronze an, weil sich diese mit seiner Masse innig verbinden. Die Sicherheitsschrauben der verbleiten Kocher fallen weg und werden durch eben so viele offene Kontroll-Löcher ersetzt, welche von aussen die Verkleidung sehen lassen. Das Auftragen der Masse erfolgt langsam und schichtenweise und zwar werden neuerdings kreuzweise starke Eisendrähte mit eingelegt, so dass diese, ähnlich dem Monierschen Verfahren bei Bauarbeiten, ein eisernes Gerippe bilden, welches der ganzen Masse eine grosse Festigkeit im Zusammenhang gewährt. Die ganze Schicht wird schliesslich ungefähr 10 Centimeter stark angenommen und zuletzt Porzellanfliessen eingelegt, dann langsam geheizt und die entstehenden Fugen immer wieder mit Cement ausgestrichen, bis sich die Auskleidung nicht mehr verändert. Auch später auftretende Risse und Fehler werden in gleicher Weise ausgebessert. Die Zusammensetzung der Masse ist Geheimnis, doch bilden Cement und Wasserglas erhebliche Bestandteile derselben. Ein besonderer Wert der erwähnten Auskleidung liegt in der Ersparnis von Brennstoff. Die quantitativen Bestimmungen der verbrauchten Wärme ergaben nämlich, dass die Auskleidung einen vorzüglichen Wärmeschutz bildet; die ausstrahlende Wärme ist dadurch auf ein Minimum gebracht. Die Bestimmungen ergaben einen Minderverbrauch von 25% an Wärme, gegenüber einem mit Blei ausgekleideten Kocher.

Eine Umwälzung in der Herstellung von Kocherauskleidungen scheint durch die Erfindung des Herrn Direktor Brüngger in Cunnersdorf bevorzustehen, da hierdurch eine schnelle, ganz sichere und sehr billige Methode gegeben ist, die sich schon in verschiedenen Fabriken und in jahrelangem Betriebe praktisch bewährt hat. Das Wesen der patentierten Erfindung besteht darinnen, dass man durch Einführung von Sulfitlauge, oder einer Gypslösung in den vorher von aussen geheizten und mit Holz beschickten Kocher eine die innere Kocherwand vollständig bedeckende dünne, undurchlässige Kruste erzeugt. Diese Kruste verhindert jede Berührung der metallnen Kocherwand mit der zum Kochen benutzten schwefligen Säure und schützt damit den Kocher gegen den zerstörenden Einfluss der schwefligen Säure.

Während die bisherigen Schutzmittel, der Bleimantel und die vielen Arten von Ausmauerungen, nur mit erheblichem Auf-

wand von Zeit und Kosten angebracht werden konnten, kostet die Bildung der Schutzkruste weder Zeit noch Geld. Ist die Schutzkruste erst einmal gebildet, so bedarf sie niemals einer Ausbesserung und ebensowenig ist eine Erneuerung derselben nötig.

Bei Anwendung von Bleimänteln und Ausmauerungen aller Art werden die Kocher während der Herstellung und Ausbesserung der Schutzverkleidung, d. h. während eines erheblichen Zeitraumes, der Ausnutzung entzogen. In den Kochern zu Cunnersdorf bei Hirschberg wurden beispielsweise, während sie den Bleimantel hatten, ungefähr 210 Kochungen im Jahre gemacht (der Rest des Jahres musste zur Ausbesserung des Bleimantels verwendet werden), dagegen fast 300 Kochungen, nachdem sie mit der Schutzkruste versehen waren. Bei diesen Zahlen ist die Erneuerung des Bleimantels nicht in Betracht gezogen. Die Erzeugungsfähigkeit eines Kochers mit Schutzkruste ist hiernach fast um die Hälfte grösser, als die eines mit Bleimantel versehenen.

Die Erfinder bezeichnen als weiteren Vorzug den Fortfall der mit dem Undichtwerden der Bleimäntel oder der Ausmauerung verbundenen Gefährdung der Kocher, sowie der dadurch verursachten schnellen Abnutzung und der Möglichkeit einer Explosion. Die Kruste ist durchaus undurchlässig, haftet fest am Kocher, lässt sich aber in wenig Stunden beseitigen und ebenso schnell wieder herstellen. Man kann also jederzeit in kürzester Frist die ganze Kocherwand im Augenschein nehmen. Die Erfinder haben nach ungefähr einjährigem Betrieb der Kocher die Kruste entfernt und bei der Besichtigung der inneren Kocherwand durch die Beamten des Kesselrevisionsvereines feststellen lassen, dass keinerlei Korrosionen an den Kocherwänden bemerkbar waren. Nach einem Betrieb von weiteren 4 Monaten ist durch andere hervorragende Sachverständige auf dieselbe Weise festgestellt worden, dass der eiserne Mantel tadellos war und das Eisen aussah, als käme es frisch vom Walzwerk. Der mit der Schutzkruste versehene Kocher bietet daher auch grössere Betriebssicherheit, die noch dadurch erhöht wird, dass derselbe mit sehr geringem Überdruck arbeitet. Die Kocher arbeiten auch mit viel geringerem Dampfverbrauch da sie in Folge ununterbrochenen Betriebes nie erkalten.

Gegenüber anderen Auskleidungen bietet die aus der Sulfitlauge hergestellte Kruste den Vorteil, dass sie sich während

des Kochens von selbst ergänzt und erneut, falls Risse oder Löcher entstehen sollten, dass sie also immer frisch und ganz bleibt. Die Heizung von aussen durch Dampfmantel gestattet auch leichte Regelung der Temperatur und beseitigt die durch direkt einströmenden Dampf hervorgebrachte wachsende Verdünnung der Kochlauge.

Zu den oben erwähnten Sachverständigen gehörte auch Professor Reuleaux, welcher feststellte, dass die in der Regel nur 2—3 Millimeter starke Schutzkruste auch in Wirklichkeit ein Schutz für die Kocher selbst ist, denn sein Zeugnis sagt, dass die unter der trassähnlichen Schicht freiwerdende Eisenfläche sich als gänzlich rost- und porenfrei erwiesen habe. Nirgends an der ganzen Innenwand liesse sich eine etwa freigewordene oder gebliebene, von der Säure angefressene Stelle entdecken.

Auch in Amerika ist das Verfahren bereits eingeführt, was nicht Wunder nehmen darf, da ja nicht nur, wie zuweilen angenommen wird, nur rotierende Kocher mit der Schutzkruste versehen werden können, sondern jeder liegende oder stehende Kocher ebenfalls, wenn nur ein Heizmantel um den Kocher angebracht ist, da die Kruste im Innern nur durch Heizung von aussen hergestellt werden kann. Wie sich durch den Gebrauch herausgestellt hat, soll auch der in solchen Kochern gewonnene Stoff noch besser und stärker sein, weil die Sulfitlauge in demselben ihre ursprüngliche Stärke behält und nicht durch verdichteten Dampf verdünnt wird. Das gilt natürlich nur Kochern gegenüber, in denen früher mit direktem Dampf gekocht wurde.

Für dieses Brünggersche Verfahren eignen sich nicht nur Lösungen von Calciumbisulfit, wie sie bei der Gewinnung von Zellstoff aus Holz nach dem Sulfitverfahren gewonnen werden, sondern auch Lösungen von Calciumsulfat, Calciumsulfit, Strontiumsulfit und verschiedene andere. Bei Benutzung von Calciumbisulfitlösungen scheidet sich von der heissen Kesselwandung zunächst Calciumsulfit aus, welches unter der weiteren Einwirkung der Hitze in Calciumsulfat und Calciumsulfit zersetzt wird unter Freiwerden von Wasser, schwefliger Säure und Schwefel. Verwendet man eine Calciumsulfatlösung, so empfiehlt es sich, dieselbe durch Neutralisieren einer schwachen Schwefelsäurelösung mit kohlensaurem Kalk herzustellen. Der Konzen-

trationsgrad der Lösung ist für das Gelingen des Verfahrens unwesentlich, ebenso, ob die Kocherwandung vor oder nach dem Einfüllen der Lösung erhitzt wird. Bei der Herstellung von Zellstoff nach dem Sulfitverfahren ist es zweckmässig, falls man mit dünnen Lösungen arbeitet, dieselben mit dem Holze in den kalten Kocher zu füllen und dann diesen zu erhitzen. Bei konzentrierten Lösungen ist dies jedoch nicht thunlich, da diese die Kocherwandung, ehe die Schutzkruste sich gebildet hat, zu stark angreifen. Man erhitzt in diesem Falle den leeren Kocher zunächst von aussen, füllt dann die Lösung ein, lässt den Kocher rotieren, bis die Kruste genügende Stärke hat und bringt darauf das Holz ein. Benutzt man einen Drehkocher, so braucht man denselben nicht ganz anzufüllen, einen feststehenden Kocher muss man jedoch ganz mit der Lösung füllen. und ausserdem neben dem Kocher einen Behälter aufstellen, in welchem bei der in Folge der Erhitzung eintretenden Ausdehnung der Lösung ein Teil der Lösung übertreten kann. Die Erhitzung des Kochers kann sowohl mit Hilfe eines Dampfmantels bewirkt werden, als auch in der Weise, dass man den Kocher in einer gemauerten Kammer aufstellt, durch welche die Gase einer Feuerung geleitet werden.

Ein Verfahren zur Herstellung einer Auskleidung für Zellstoff-Kocher, hat sich Guido Baerwaldt in Deutschland unter Nr. 70477 patentieren lassen:

Der Kocher wird zunächst auf der Innenwand durch Abbeizen mit Säure und Scheuern vollständig von Oxyd und sonstigen Unreinlichkeiten befreit und darauf mit einer durch Wasser, Kali- oder Natronlauge, Wasserglas, Kalkmilch oder dergleichen verdünnten Cementschicht in Stärke von einigen Centimetern versehen, wobei der in Verwendung kommende Cement entweder ganz rein, oder mit reinem Kiessand, gepulvertem Glas, gemahlener Chamotte oder dergleichen vermengt sein kann. Bevor diese Grundschicht aus Cement sich alsdann gesetzt hat, verreibt man dieselbe mit einer breiigen Mischung von Bleiglätte und Glycerin tüchtig und lässt zugleich diese letzte Schicht. die Cementschicht, um eine gewisse Stärke überdecken.

Die so dargestellte Auskleidung erhärtet nach einigem Stehen verhältnismässig rasch und bildet eine glasige, sehr harte und widerstandsfähige Kruste. welche jedes Eindringen der

Sulfitlösung verhindern und dadurch den Kocher äusserst widerstandsfähig und sehr haltbar gestalten soll.

Man kann auch das Gemenge von Bleiglätte und Glycerin direkt auf die gereinigte metallische Kocherwandung auftragen, jedoch ist dann das Aufbringen etwas mühsamer als auf eine voraufgegangene Grundschicht von Cement. Das beschriebene Gemenge lässt sich auch als Bindemittel oder als Mörtel beim Ausmauern oder Auslegen der inneren Kocherwandung mit säurebeständigen Steinen oder Platten verwenden.

Nach der amerikan. Patentschrift Nr. 514197 von E. Meurer in Palmer Falls, N. Y. lässt sich durch einen Anstrich ebenfalls von Bleiglätte und Glycerin das Metall der Sulfitstoffkocher vollständig gegen die Einwirkung der Kochlauge schützen. Der Erfinder empfiehlt 100 Teile scharf getrocknete Bleiglätte in 12 Teilen reinem Glycerin anzureiben und den Anstrich etwa $^1/_3$ cm dick zu machen. Die Masse muss schnell verwendet werden, weil sie sehr bald zu einem steinharten und guthaftenden Cement erstarrt. Durch Vermehrung des Glycerins wird die Anstrichmasse plastischer, trocknet aber langsamer. Will man den Anstrich noch durch eine Schutzmauer im Innern des Kessels schützen, so wird als Mörtel die gleiche Mischung benutzt; sie wird fast ebenso hart, wie die Steine selbst.

Derselbe Erfinder beschreibt in einer zweiten Patentschrift ein Verfahren zum Auskleiden von Kochern mit Blei. Die Bleibleche werden gegen die innere Wandung des Kochers gelegt und die Ränder zusammengeschmolzen, so dass die ganze Auskleidung ein einziges, hart gegen die Kocherwand anliegendes Stück bildet. Da die Bleilage nicht durch Nieten oder Cement mit der Kocherwand verbunden ist, so wird sie durch die Ausdehnungen und Zusammenziehungen der Kesselwandungen bei wechselnden Temperaturen nicht beeinflusst. Sie muss aber durch eine innere Mauer aus säurefesten Steinen vor Zusammenfallen beim Abblasen des Kochers geschützt werden.

Während der Auskleidung mit Blei bringt man den Kocher zweckmässig in wagerechte Lage. Die an die Wandung gelegten Bleibleche werden durch ein Holzgerüst mit Armen und Pflöcken festgehalten.

Wenn alle Bleibleche eingetragen und durch Zusammenschmelzen ihrer Ränder zu einem Ganzen vereinigt sind, wird der Kocher senkrecht gestellt, und die innere Ausmauerung vorgenommen. Im Verhältnisse wie die Mauer höher steigt, werden

nach und nach sämtliche Holzpflöcke und Stützen und schliesslich auch der Mittelbalken des Gerüstes entfernt.

Eine weitere Erfindung, die Kocher säurewiderstandsfähig zu machen, von Henry W. Stebbirs in West-Carrolten, Ohio (Amerik. Patent 528339) sei in Nachstehendem wieder gegeben:

Die übereinander greifenden Bleche der Kocherwand werden, um eine glatte Innenfläche zu erzielen, mit einer Lage von Portlandcement versehen, auf welche die Bleischicht zu liegen kommt. Die Bleiauskleidung wird durch Bleinieten befestigt, welche durch Löcher in der Kesselwand und die Cementschicht gehen und innen mit den Bleiplatten verschmolzen werden. Auf die Bleischicht kommt eine Lage, welche aus einem schlechten Wärmeleiter besteht, wie Portlandcement mit Asbest, unter Beimischung von Russ, Bariumsulfat, Bleiglätte und Wasserglas um die poröse Cement- und Asbestlage säurewiderstandsfähig zu machen. Als passendes Mischungsverhältnis giebt die Patentschrift an: 10 Teile Bariumsulfat, 8 Teile Glätte, 2 Teile Russ und eine Lösung von Natronwasserglas von 12° Ré. Dann folgt eine mit Cement eingebaute Schicht aus hartgebrannten porösen Ziegeln, die unter hydraulischem Druck gepresst wurden. Die weitere Schicht besteht aus Portlandcement und quarzhaltigem Sand, welcher wiederum Russ, Bariumsulfat, Bleiglätte und Wasserglas beigemengt wird. Sie soll die Konsistenz von Mörtel haben und wird hinter die innersten, aus glasierten Ziegeln in Cementmörtel bestehende Schicht gegossen.

In England verwendet man auch anstatt des Cementes für die Ziegel eine aus Asbest und Wasserglas von 1,5 spez. Gew. hergestellte plastische Masse, die auch zum Verstreichen der Fugen dient.

N. P. Wedege in Drontheim hat sich unter Nr. 78966 in Deutschland eine Entleerungsvorrichtung an feststehenden Zellstoffkesseln patentieren lassen und sagt darüber Folgendes:

Bisher hat man bei der Entleerung der Kocher meistens erst die Säure durch besondere Rohrleitungen ausgelassen, dann den oberen Deckel geöffnet und den Kessel mit kaltem Wasser gefüllt um die Masse zu waschen und den Kessel abzukühlen und darauf die Masse mit der Hand ausgeschaufelt. Hiermit wird der Kessel plötzlichen und häufigen Temperaturveränderungen ausgesetzt, was natürlich auf Material und Bekleidung schädlich einwirkt, und ausserdem erleidet man auch einen direkten

Verlust an Wärme und Zeit, wenn der Kessel wieder gefüllt werden soll.

Man hat auch öfters die Kessel durch Ausspülung mit Wasser geleert, hierbei haben aber ebenfalls die Temperaturveränderungen einen schädlichen Einfluss gehabt, und dann war auch immer ein grosser Wasservorrat nötig. Endlich hat man auch das Ausblasen des Kessels mittelst des inneren Dampfdruckes zur Anwendung gebracht; aber die Unannehmlichkeiten sind bei dieser Methode vielleicht noch grösser als bei den vorerwähnten. Während des Leerens entsteht ein Vacuum und die Folge davon war oft, dass die inneren Bekleidungen beschädigt wurden. Ausserdem wurden die nicht aufgeschlossenen

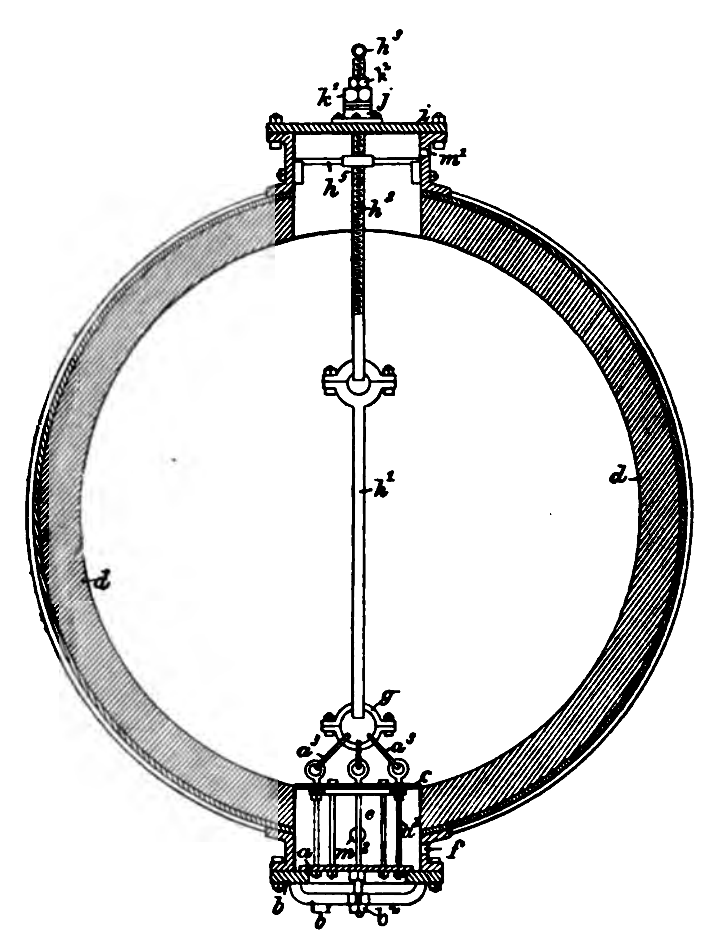


Fig. 58.

Äste und dergleichen zerschlagen, wodurch der Stoff verunreinigt wurde.

Das nachstehend beschriebene Verfahren bezwekt, den Kessel durch sein unteres Mannloch zu entleeren, welches mit Hilfe eines besonders hierfür gebauten Mechanismus und des Dampfdruckes den Stoff und die Flüssigkeit bequem aus dem Kessel ableitet. Die Mischung wird dann in das Stoffbassin geleitet, wo sie kräftig mit Wasser bespritzt wird, so dass die übelriechende Kochflüssigkeit sich mit reinem Wasser mischt und durch Ablaufrohre abläuft.

Das Eigentümliche der Entleerungs-Vorrichtung liegt darin, dass das untere Mannloch bequem durch eine Vorrichtung geöffnet werden kann, welche am oberen Mannloche angebracht ist.

a ist eine Platte, welche sich gegen den Rand der Öffnung des unteren Mannlochdeckels *b* legt. Diese Platte wird während des Kochens teils durch den in dem Kessel herrschenden Druck, teils durch eine durch den loszumachenden Bügel b_1 geführte Schraube fest gegen den Deckel *b* gedrückt. Die Platte *a* ist ferner durch die Stangen a_2 mit einem Sieb *c* verbunden, welches sich gegen die innere Ausmauerung *d* legt. Hierdurch wird ein offener Raum *e* für Dampf gebildet, welcher während des Kochens durch *f* einströmt und in üblicher Weise zur Aufwärmung des Inhalts des Kochers dient. Die Stangen a_2 bilden über dem Sieb Augen, mittelst welcher sie durch Gelenke a_3 mit einem grösseren Ring *g* verbunden sind. Dieser Ring *g* ist an einer Stange h_1 aufgehängt, welche gelenkig mit einer Schraubenspindel h_2 verbunden ist; letztere geht durch das obere Mannloch hindurch. Der obere Mannlochdeckel *i* ist in der Mitte mit einem Loch versehen, über welchem sich ein Kragen oder eine Hülse *j* befindet, auf der eine grosse Mutter k_1 ruht, mittelst welcher die Spindel k_2 auf- und abbewegt werden kann. Wenn der Kessel in Thätigkeit ist und daher die Schraube nicht benutzt wird, ist diese Mutter von einer Kappe bedeckt, und diese wiederum gesichert durch eine kleinere Mutter k_2, die auf die Stange h_2 geschraubt ist. Alle Teile im Innern des Kessels sind zum Schutz gegen die Einwirkung der Lauge mit Blei bedeckt, oder aus einem säurebeständigen Material hergestellt. Nach beendigtem Kochen geschieht das Entleeren auf folgende Weise: Zuerst wird das Gas abgeblasen, z. B. durch die Öffnung m_1 des oberen Mannloches; alsdann wird der untere Bügel b_1 losgemacht und nach Entfernung der

Mutter b_2 weggenommen. Während dieser Arbeit wird die Platte a durch den Druck im Kessel hinlänglich dicht gehalten; darauf wird an Stelle des Bügels b_1 ein Rohrstutzen angesetzt und durch Muttern befestigt. Dieser Rohrstutzen verbindet den Kessel mit einem darunter befindlichen Stoffbassin. Nunmehr wird durch die oberhalb der Platte a befindliche Öffnung m_2 mittelst eines Rohres, welches in verschiedenen Windungen durch den Kessel geht und mit Löchern versehen ist, Dampf eingelassen und endlich durch Drehen der durch Abnehmen der Kapsel freigelegten Mutter k_1 die ganze untere Verschlussvorrichtung in den Kessel hinaufgehoben. Der anhaltend einströmende Dampf macht die Bildung eines Vacuums unmöglich und indem er den Kesselinhalt in Bewegung setzt, fliesst Stoff und Säure durch den angeschraubten Rohrstutzen in das Stoffbassin.

Diese ganze Operation geht bequem und sicher vor sich und man erreicht den grossen Vorteil, den Kessel warm zu halten und das ganze Gas für die nächste Kochung übrig zu behalten. Dabei verlässt der Stoff den Kessel schnell und gleichmässig, ohne verunreinigt zu werden. Ist sämtlicher Stoff aus dem Kessel entfernt, so wird der Dampf abgesperrt und die Platte a wieder auf ihren Platz niedergeschraubt. Um den Kessel wieder mit Holz zu füllen, muss das obere Mannloch geöffnet werden. Zu dem Zwecke wird die Mutter k_2 ganz von der Spindel k_3 abgeschraubt und diese mittelst einer in den oberen Ring k_4 eingehakten Kette zusammen mit der Stange k in den Kessel hinuntergesenkt, bis ein zu diesem Zweck in die Spindel k_3 eingeschobener Keil auf die in dem obern Mannloch angebrachte Querstange k_5 stösst. Der Mannlochdeckel i wird dann fortgenommen und der Kessel gefüllt. Ist dies geschehen, so wird i aufgelegt, und die Stangen k und k_3 werden gehoben und gesichert.

Was die Armaturen der Kocher anlangt, so werden jetzt meist die vorhandenen Stutzen und Ventile aus unverbleiter Phosphorbronze angefertigt, welche den sauren Kocherlaugen den meisten Widerstand entgegensetzt; doch ist nicht ausgeschlossen, auch anderes widerstandsfähiges Material zu verwenden, so haben sich J. R. C. Curtis und N. M. Jones in Massachusetts und [illegible] ein Ablasserohr für Sulfitkocher in Amerika patentieren lassen, welches [illegible] ebenfalls erreichen soll. Nach ihrem Vorschlage wird das innere Ablasserohr mit

Cement ausgefüttert und an beiden Enden durch Ringe aus einem Metall, welches durch die saure Kocherlauge nicht angegriffen wird, geschützt.

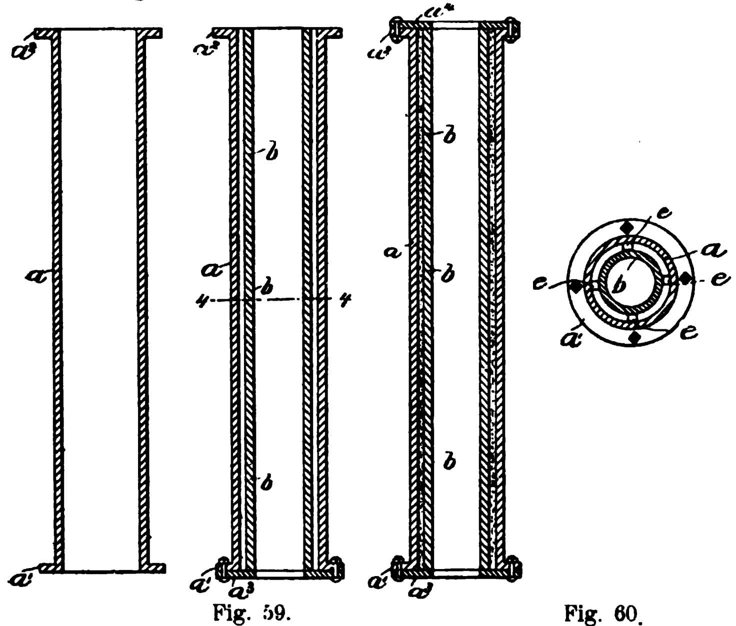


Fig. 59. Fig. 60.

Figur 59 zeigt den Durchschnitt des eisernen Rohres *a*, mit Flantschen a_1 a_2; auf die untere Flantsche wird ein Ring a_3 (Fig. 59) aus Blei oder Phosphorbronze aufgeschraubt, welcher nach Innen vorspringt und eine innere Flantsche bildet. In das Rohr schiebt man eine oder mehrere gepresste Röhren *b* aus einem Gemisch von Portland-Cement Quarz und Wasserglas. Wenn mehrere Röhren verwendet werden, verkittet man deren Enden beim Einsetzen mit Cement. Die Cementröhre hat einen etwas kleineren Durchmesser als der Innenraum des Eisenrohres, so dass zwischen den beiden Röhren ein ringförmiger Hohlraum bleibt; durch eingeschobene Holzstreifen *e* sichert man der Cementröhre eine konzentrische Stellung mit dem äusseren Rohr, wie aus Fig. 60 ersichtlich, welche einen Schnitt durch Linie 4—4 von Fig. 59 darstellt. Wenn die Cementröhre bis oben aufgebaut ist, wird der Hohlraum zwischen den beiden Rohren, unter gleichzeitigem Ausziehen der Holzstreifen mit Cement ausgegossen, und auch das obere Ende durch einen säurefesten Ring a_4 (Fig. 59), geschützt.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass die eben beschriebenen Kocher der einzelnen „Verfahren“ heut zu Tage nicht mehr

massgebend für das System sind, nach welchem eine Fabrik Zellstoff darstellt, denn die Vorschriften der einzelnen Erfinder sind nach und nach von den Fabrikanten selbst den lokalen Verhältnissen angepasst, oder aus anderen Gründen verändert worden. So ist z. B. der Kochkessel in den Ritter-Kellnerschen Fabriken ursprünglich nur zu 30 Kbm. Inhalt angenommen worden. Jetzt sieht man in verschiedenen derartigen Fabriken solche zu 40 und 60 Kbm. Inhalt, ja, Verfasser hat in einer sogar liegende Kocher von 100 Kbm. Inhalt gesehen, die sich im Äusseren gar nicht von den Mitscherlichschen unterscheiden, und nur im Innern mit anderer Auskleidung versehen waren und direkte Dampfheizung hatten. Da nun auch Mitscherlich-Fabriken die neuen Holzbearbeitungen, sowie das Franksche Laugenverfahren adoptiert haben, ebenso die neuen Zerteilungsmaschinen anwenden, so kann oft ein Fachmann beim flüchtigen Durchschreiten einer Zellstofffabrik kaum mit Sicherheit das darin angewendete Verfahren beurteilen; nur der Kochprozess ist jetzt das Charakteristische.

C. Gewinnung von Zellstoff mit Hilfe des elektrischen Stromes.

Über dieses neueste Verfahren ist bis jetzt noch nichts Weiteres veröffentlicht, als was die Patentschrift sagt, die in Nr. 21 der „Pap. Zeit." 1889 abgedruckt ist. Ob die Methode einst berufen sein wird, eine praktische Umwälzung in der Cellulosefabrikation herbeizuführen, lässt sich jetzt noch nicht beurteilen. Der Vollständigkeit wegen sei dieses neue Resultat der Thätigkeit des Herrn Karl Kellner, jetzt in Wien, respektive in Hallein, wie es das D. R. P. 46032 (Kl. 55) darstellt, wörtlich folgendermassen angeführt: Dieses Verfahren beruht auf der Anwendung des elektrischen Stromes zur Erzeugung und beständigen Wiederbelebung von auf die inkrustierende Substanz des Holzes u. s. w. zersetzend wirkenden Stoffen während des Kochprozesses. Das Holz wird mit solchen Flüssigkeiten oder Lösungen unter gleichzeitigem Durchleiten des elektrischen Stromes erhitzt, welche unter der Einwirkung des letzteren, diejenigen Mittel liefern, die auf die inkrustierenden Materialien zersetzend einwirken.

Hierzu eignen sich besonders Metallchlorid- und namentlich Chlornatriumlösungen, da die inkrustierenden Substanzen des

Holzes, Strohes, Espartos u. s. w. durch Chlor, sowie durch gewisse Sauerstoffverbindungen desselben, wie unterchlorige Säure zersetzt werden.

Werden die aufzuschliessenden Pflanzenstoffe in zerkleinertem Zustande mit Chlornatriumlösungen in geschlossenen Gefässen erhitzt und gleichzeitig ein elektrischer Strom durch die Lösung geleitet, so entstehen Chlor, beziehentlich unterchlorige Säure einerseits, und Natronhydrat andererseits, indem die an den Polen freiwerdenden Stoffe Chlor und Natrium mit dem Wasser unterchlorige Säure und Natronhydrat bilden.

Bei der Zersetzung der inkrustierenden Substanzen durch Chlor und unterchlorige Säure, sowie auch in Folge des Erhitzens der unterchlorigen Säure für sich, wird Salzsäure gebildet, welche mit dem Natronhydrat zusammen wieder Chlornatrium entstehen lässt, so dass ein Kreislauf stattfindet und dieselbe Flüssigkeit ungeschwächt den ganzen Prozess durchmacht.

Der Prozess verläuft bei 128° C. glatt, und es wird nach Angabe des Erfinders bei dieser Temperatur aus Holz eine schneeweisse, seidenglänzende, ungeschwächte Faser erhalten.

Zur Ausführung des Verfahrens dient mit Vorteil eine Einrichtung, die aus drei senkrechten, oben und unten verbundenen Kochern besteht, die in einer Ebene liegen. In die äusseren Röhren münden unten die beiden Elektroden und in diejenige seitliche Röhre, in welcher die beiden elektronegativen Jonen (Chlor und unterchlorige Säure) beim Erwärmen aufwärts steigen, werden die betreffenden Pflanzenstoffe gefüllt. Die beim Erhitzen aufwärts gehenden, die Jonen und deren Zersetzungsprodukt enthaltenden Flüssigkeiten treffen oben zusammen, worauf dieselben durch die mittlere Röhre wieder abwärts gehen. Beim Vorüberfliessen an den Elektroden findet dann abermals eine Zersetzung des Chlorides statt. Sehr gute Erfolge lassen sich bei dieser Einrichtung durch Stromwechsel erzielen, wobei denn auch der zweite seitliche Schenkel mit Holz u. s. w. gefüllt wird. Die Pflanzenstoffe unterliegen dann abwechselnd der Behandlung mit alkalischen und saueren Lösungen. Die gebildete Natronlauge wirkt hierbei auf die inkrustierenden Stoffe derart zersetzend ein, dass dieselben beim Stromwechsel schnell gelöst werden. Um beispielsweise aus Nadelholz weissen Zellstoff für die Papierfabrikation zu erhalten, wird das in den bekannten Holzschneidern zerkleinerte Holz in die Kocher gebracht und letztere geschlossen, worauf man Kochsalzlösung zufliessen

lässt. Im allgemeinen genügt eine 8 prozentige Lösung und ist eine Zeit von ungefähr $3^1/_2$ Stunden bei einer Temperatur von etwa 126° C. erforderlich (von dem Zeitpunkt der erreichten Temperatur an gerechnet) um aus Fichtenholz festen, weissen, für feinere Papiere verwendbaren Zellstoff herzustellen.

Das Kochen selbst geschieht in Kesseln, deren Innenfläche mit Blei oder dergleichen ausgekleidet ist. Nachstehende, als bewährt befundene Einrichtung (Fig. 61) besteht aus den beiden feststehenden Kochern *A* und *B*, welche unten mit den Rohren *I*, oben mit den Rohren *H* verbunden und oben mit Füllöffnungen *E* und unten mit Entleerungsöffnungen versehen sind. Durchlöcherte Platten am oberen und unteren Ende verhindern, dass Faserteile vom Flüssigkeitsstrom mitgerissen werden und die Rohre verstopfen. Die beiden Rohre *H* vermitteln die Verbindung mit einem kleineren Zwischenkessel *L*, welcher ein Wasserstandglas, Manometer, Sicherheits- und Entleerungsventil und ein durch Ventil *V* abzusperrendes Rohr *T* trägt, dessen Ver-

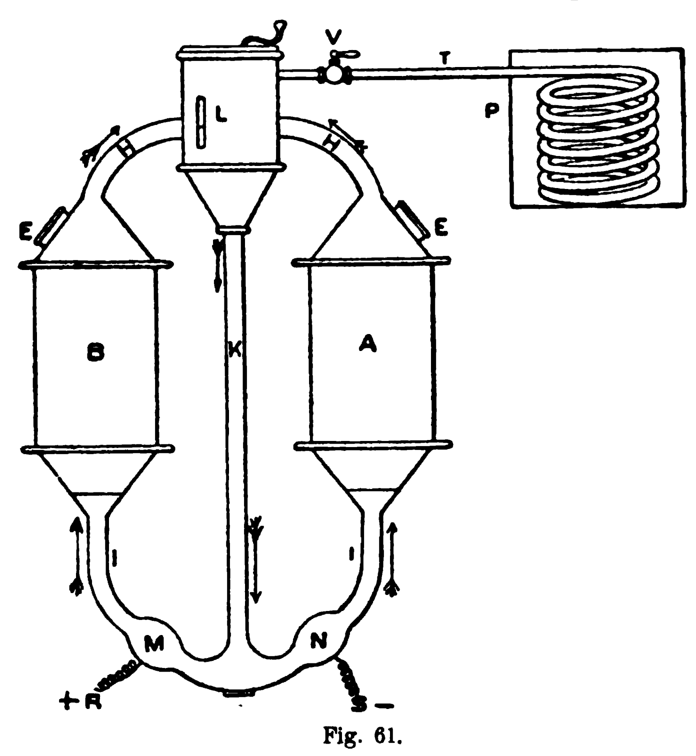


Fig. 61.

längerung eine in einem Kühlbottich *P* liegende Kühlschlange bildet. — Der Kessel *L* endigt in einem Rohr *K*, welches bis

unter die Böden der Kocher führt und dann in die gabelförmigen Abzweigungen *I* ausläuft, welche, seitlich ansteigend, in die Böden der Kocher münden. In diese Rohre sind bei *M* und *N* die beiden Kohle-Elektroden *R* und *S* isoliert eingeführt. Nachdem die Kocher mit Holz gefüllt sind und soviel Kochsalzlösung eingelassen ist, dass dieselbe im Wasserstandszeiger des Gefässes *L* sichtbar wird, ferner Ventil *V* und alle Öffnungen verschlossen sind, wird in die die Kocher durchlaufenden Heizrohre möglichst trockner Dampf eingelassen.

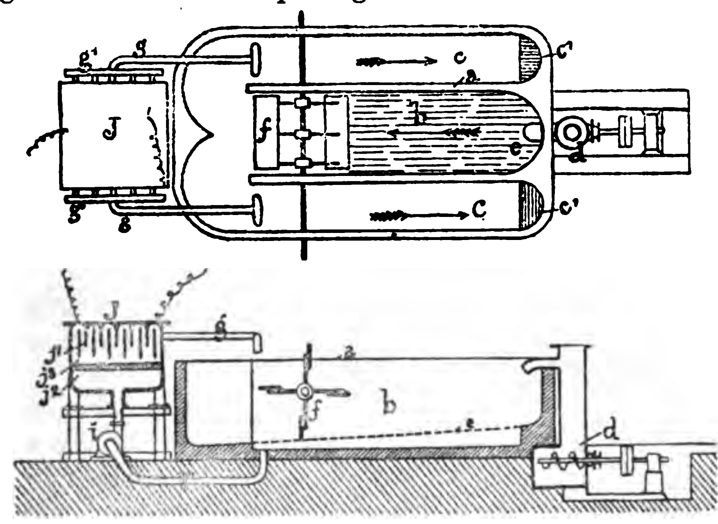


Fig. 62 und 63.

Da der Inhalt von *A* und *B* sich nun durch die Wärme ausdehnt, so steigt er durch *H* nach *L*, was weiter eine absteigende Strömung durch das Rohr *K* zur Folge hat. Beim Austritt aus *K* teilt sich die Flüssigkeit und steigt durch die Rohre *I* in der Pfeilrichtung wieder aufwärts, um von neuem in die Kocher *A* und *B* einzutreten und diesen Kreislauf zu wiederholen. Beim Vorüberfliessen der Flüssigkeit an den Elektroden tritt bei geschlossenem Strom die Zersetzung ein und vollziehen sich die früher erwähnten Nebenvorgänge. Tritt bei *M* der positive, bei *N* der negative Strom ein, so unterliegt die inkrustierende Substanz des in *B* befindlichen Holzes infolge der Einwirkung des Chlors oder seiner Derivate einer starken Oxydation, während in *A* durch das aufwärtsgehende Natron die in dem dort befindlichen Holze vorhandenen Harze u. s. w. verseift werden. Die Ergebnisse der Zersetzung treffen sich (soweit sie lösslich sind) im Hülfskessel *L* und wirken so auf-

einander, dass als Enderzeugnis wieder Chlornatrium gebildet wird, indem die von der Anode gebildete Chlorwasserstoffsäure, die von der Kathode kommenden organischen Natronverbindungen zersetzt und unter Ausscheidung der organischen Stoffe die ursprüngliche Kochsalzlösung zurückbildet, während die ausgeschiedenen organischen Stoffe durch den immer wieder sich erneuernden Einfluss des Chlors und seiner Verbindungen in solche Produkte zerlegt werden, welche entweder in Lösung bleiben, oder gasförmig entweichen.

Nachdem das Verfahren auf die beschriebene Weise $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde geleitet wurde, wird der Strom gewechselt. Hierbei wird durch abwechselnde Einwirkung von Chlor und Natron auf das Holz, die Aufschliessung desselben beschleunigt. Man wiederholt daher den Stromwechsel öfter, bis der Zellstoff blosgelegt ist, was bei einer Temperatur der Kochflüssigkeit von etwa 126^0 C. nach 3 bis 3$^1/_2$ Stunden der Fall ist. Die während des Kochens entwickelten, nicht wirksamen Gase, welche sich im Zwischenkessel *L* ansammeln, werden durch zeitweiliges Öffnen des Ventils *V* in die Kühl- und Verdichtungsvorrichtung getrieben.

Wird in vorstehend beschriebener Weise gearbeitet, so erhält man aus dem Kessel, der am Schluss des Verfahrens die Anode unter sich hatte, schneeweissen, für die feinsten Papierarten ohne Bleiche verwendbaren Zellstoff, während das Erzeugnis aus dem Kathodenkessel durch das am Schluss des Verfahrens gebildete Alkali etwas gelblich gefärbt ist und nach dem Auswaschen mit einer sehr schwachen Chlorkalklösung behandelt werden muss.

Fortgesetzte Versuche haben ergeben, dass es vorteilhafter ist, das Holz nicht mehr in Metallkochern elektrisch zu behandeln, sondern in offenen gemauerten Gruben. also ohne Druck zu arbeiten. Die Gruben bestehen aus Cementmauerwerk und sind mit gebrannten Thonplatten ausgekleidet. Das zerkleinerte Holz wird vor dem Einbringen in die Gruben mit Salzlösung getränkt. Der durch die Masse geleitete, von Dynamomaschinen hervorgebrachte elektrische Strom entwickelt aus dem Kochsalz Chlor und Natron, welche sich an den beiden Polen ansammeln und teils lösend, teils bleichend wirken. Durch Druck auf einen Knopf wird die Leitung zeitweise umgeschaltet, so dass das Natron an den Pol geht, wo sich vorher Chlor ansammelte, und das Chlor an den Pol, wo vorher

Natron erschien. Das Holz erfährt durch diese wechselweise Behandlung mit Natron und Chlor eine völlige Auflösung und Bleichung, wobei sich das Chlornatrium fortwährend erneut.

An möglichst günstiger Stelle, in Hallein bei Salzburg, das durch seine kräftige Salzsoole bekannt ist, hat Herr Kellner eine Anlage nach seinem neuesten System in grossem Massstabe bereits gemacht.

Jetzt nach Verlauf von 4 Jahren ist über das Dr. Kellnersche Verfahren, Zellstoff mit Hilfe des elektrischen Stromes herzustellen, leider noch kein abschliessendes Urteil zu fällen, wenigstens von einer fertigen praktischen Ausgestaltung und Verbreitung noch nicht zu sprechen. Der Erfinder selbst hat den Verfasser ermächtigt, über den augenblicklichen Stand folgende Angaben zu machen: Das elektrolytische Cellulosefabrikations-Verfahren arbeitet als solches, im kleineren Massstabe betrieben, ganz gut, es konnte aber bis jetzt nicht in die grosse Praxis gebracht werden, weil die Apparate der Zersetzungszellen soviele Reparaturen erforderten, dass der Vorteil, den das Verfahren bietet, bisher dadurch aufgehoben wurde. Herr Generaldirektor Dr. Kellner hat aus diesem Grunde eine Zeit lang das Verfahren ganz verlassen und sich speziell auf die Verbesserung der elektrolytischen Apparatenteile verlegt; es ist ihm dies auch in solchem Grade gelungen, dass er den schwierigsten Teil industrieller Elektrolyse, nämlich die Spaltung von Kochsalz in seine Komponenten, praktisch in grossem Massstabe so herausgearbeitet hat, dass bereits zwei grosse Soda- und Chlorkalkfabriken in England nahezu fertig danach eingerichtet sind und ebenso in Österreich ein solches Etablissement gebaut wird. Diese nach anderer Richtung angestellten Versuche und Arbeiten sind zwar nicht direkt der elektrischen Zellstoffherstellung zu Gute gekommen, haben aber diejenigen Schwierigkeiten beseitigt, welche der industriellen Verwertung des elektrolytischen Cellulose-Verfahrens bisher im Wege standen und sollen nun bald nach Fertigstellung der verwandten Anlagen die hierinnen niedergelegten und noch zu machenden Erfahrungen zur Fabrikation der Elektrocellulose benutzt werden. Das elektrische Verfahren ist, wie gesagt, selbst ausgezeichnet, das mit solchem Zellstoff hergestellte Papier sehr fest und rein, aber die Durchführungsfrage, namentlich in Bezug auf die Wahl der Materialien, war bis vor Durcharbeitung der elektrochemischen Soda- und Chlorkalkprozesse, zu denen sie ja eigentlich geführt hat, bisher zu kostspielig. Die Frage

über den praktischen Wert des Verfahrens muss also noch einige Zeit offen gelassen werden.

Anschliessend hieran muss erwähnt werden, dass Herr Kellner sich auch das elektrische Bleichverfahren als solches patentieren liess, und zwar in Frankreich. „La Papeterie“ beschreibt dies folgendermassen:

„Der Vorgang beim Bleichen der Pflanzenfaser, welcher Gegenstand dieses Patentes ist, gründet sich auf die Beobachtung, dass die der Faser anhaftenden färbenden Stoffe durch abwechselnde Anwendung von Chlor und Alkalien leichter in wasserlösliche Verbindungen überführt werden können, als durch Chlor allein. Diese Erscheinung rührt daher, dass das Chlor vor Umwandlung der färbenden Stoffe in wasserlösliche Verbindungen die Bildung von Zwischenprodukten veranlasst, welche in Wasser unlöslich, aber in Alkalien löslich sind. Wenn man daher, nachdem diese Zwischenprodukte in eine alkalische Lösung umgewandelt worden sind, das Chlor von neuem wirken lässt, so muss nicht allein Chlor gespart werden, sondern die Bleiche muss auch in kürzerer Zeit vor sich gehen.

Die Ersparnis an Chlor und an Zeit wird um so beträchtlicher sein, als sich bei der gewöhnlichen Chlorbleiche Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) bildet, und deshalb die Einwirkung des Chlors so lange fortgesetzt werden muss, bis an die Stelle wasserlöslicher Verbindungen säurelösliche treten.

Nach der vorliegenden Erfindung wird eine alkalische Chlorverbindung durch Elektrolyse zersetzt. Dabei werden die elektronegativen und elektropositiven Zersetzungsstoffe (Anion und Kathion) abwechselnd durch zwei getrennte Mengen der Bleichflüssigkeit geführt, sodann vereinigt und wieder in den Elektrolysations-Apparat geschafft.

Die Einrichtung kann, wie in Fig. 62 und 63 die Form eines doppelten Bleichholländers haben, oder wie in Figur 64 die einer Bütte oder zweier getrennten Bleichholländer. (Siehe Seite 147 und 152).

Der durch Fig. 62 im Grundriss, durch Figur 63 im Aufriss dargestellte Holländer ist durch Längswände *a a* in drei Abteilungen zerlegt. Der zu bleichende Faserstoff wird durch Pumpe *d* in den Mittelraum *b* befördert. Er fliesst den geneigten siebartig durchlochten Boden entlang und gelangt am Ende desselben unter das in ständiger Drehung befindliche Schaufelrad *f*. Von diesem wird es erfasst und den seitlichen

Abteilungen *c c* zugetrieben. In einer dieser Abteilungen wird die elektropositive Zersetzungslösung durch das gelochte Rohr *g* der zu bleichenden Masse zugeführt, während in der anderen Abteilung die elektronegative durch ein ähnliches Rohr *g* wirkt. Der Bleichstoff durchfliesst auf schrägen Böden die seitlichen Abteilungen bis zu deren in der Gegend der ursprünglichen Einlaufstelle liegenden tiefsten Stellen und tritt dort durch die Öffnungen *c c* in einen Sammelbehälter, aus welchem es mittelst der Pumpe *d* wieder nach dem Mittelraum geschafft wird.

Inzwischen haben sich die beiden Jonen wieder verbunden, die wiederhergestellte Zersetzungsflüssigkeit sammelt sich unter dem Siebboden *e* und wird durch Pumpe *i* mittelst des Rohres *r* nach dem elektrolytischen Apparat *j* zurückgeführt. Dort fliesst sie, bevor sie zu den aus Platin, Kohle oder Zink bestehenden Elektroden gelangt, durch ein Sieb j_2.

Die aneinander gereihten Anoden und Kathoden j^1 sind an ihrem oberen Teil durch kurze Scheidewände j^3 getrennt, und die so gebildeten, nach unten offenen Abteilungen stehen abwechselnd mit dem einen oder dem anderen der Rohre g^1 g^1 in Verbindung, welche beiderseits längs des Behälters *j* angebracht sind. Infolge dieser Anordnung leitet das eine Rohr elektropositive, das andere elektronegative Zersetzungsflüssigkeit in die Verbindungsrohre *g g*.

Wenn der elektrische Apparat mit zwei getrennten Bleichholländern in Verbindung gebracht werden soll, so wird die Bleichmasse in jedem derselben durch passend angebrachte Röhren in beständiger Bewegung erhalten, und Waschtrommeln befördern die Zersetzungsflüssigkeiten in den Apparat zurück. In diesem Falle muss die Richtung des elektrischen Stromes von Zeit zu Zeit gewechselt werden, damit die zu bleichenden Fasern abwechselnd der Wirkung von Chlor und Alkali unterworfen werden.

Dieser Wechsel der Stromrichtung ist auch erforderlich, wenn der Apparat nach Fig. 64 gebaut ist. Der Bleichvorgang findet hier in zwei cylindrischen Bottichen mit je dreifacher Wandung statt. Die zu bleichende Fasermasse wird in den innersten Raum *A* des Gefässes eingeführt und in diesem mittelst der am Boden eingelagerten Propellerschraube *p* in beständiger aufsteigender Bewegung erhalten. Der Stoff fliesst über die Wand *m* hinweg in den Hohlraum zwischen *m* und *n* und tritt, dem Zug der Schraube folgend, durch die trapezförmigen, am Boden des Innenraumes befindlichen Öffnungen m^1 wieder in den Innenraum zurück.

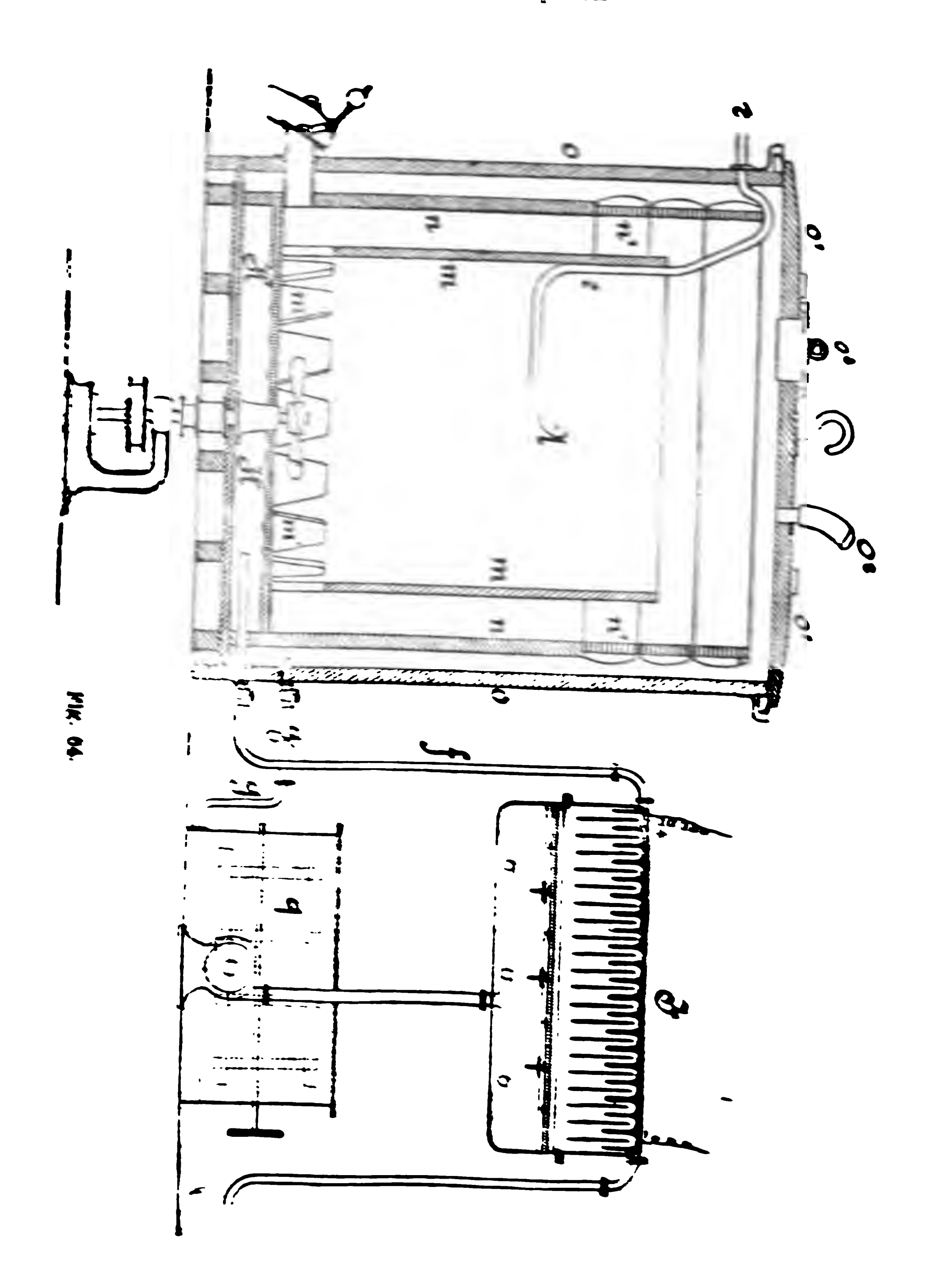


Fig. 64.

Der Umlauf der Bleichmasse könnte auch in umgekehrter Richtung erfolgen. Sie würde dann durch die Öffnungen m^1 ausgetrieben werden, zwischen *m* und *n* emporsteigen und über den Rand von *m* wieder zurückfliessen.

Die elektropositive Zersetzungsflüssigkeit (Anion) tritt durch das Rohr *f* in den Hohlraum *H* ein. Die untere Fläche dieses Hohlraumes ist fest und dicht, die obere siebartig durchlöchert und mit Filtriersteinen belegt, so dass das den Raum *H* erfüllende Anion mit dem Bleichstoff in Berührung kommen kann.

Die elektronegative Zersetzungsflüssigkeit (Kathion) tritt in den gleichartigen Boden des anderen Bleichbottichs. Die beiden Flüssigkeiten durchströmen die Bleichmasse von unten nach oben, treten durch die im oberen Teil siebartig durchlochten Wandungen n^1 in den Raum zwischen *n* und *o* und fliessen von da durch Röhren *g* in den Sammelbehälter *q*. Durch die dort sich vollziehende Vereinigung beider Flüssigkeiten wird die der Zersetzung unterworfen gewesene Lösung wieder hergestellt und von neuem dem elektrischen Zersetzungsapparat zugeführt. Die beiden Bottiche sind mit luft- und wasserdicht schliessenden Deckeln O^1 versehen, an welchen Öffnungen O_8 mit Ausblaseventilen angebracht sind. Diese Öffnungen gestatten zeitweilige Entnahme von Proben und Überwachung des Bleichvorganges. Die Röhren *r* dienen dazu, Dampf einzulassen und die Masse zu erhitzen.

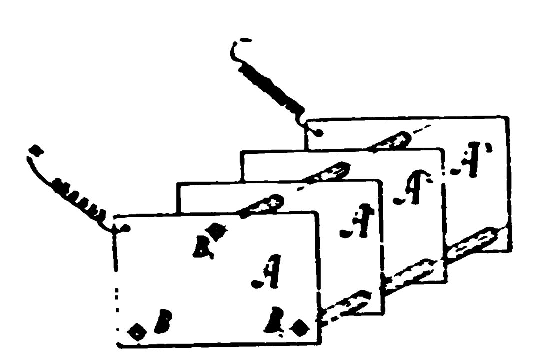
Statt zweier Bottiche kann man auch ganze Reihen derselben benutzen und durch Röhren mit einander verbinden, ähnlich wie es bei den Diffusionsbatterien in Zuckerfabriken geschieht. Auf solche Weise wird ununterbrochener Betrieb ermöglicht.

Über eine Verbesserung seines elektrischen Bleichverfahrens schreibt Dr. Kellner in „Pap.-Zeit.“ 1894 Seite 2486 folgendes:

So leicht auch die Zersetzung einer Lösung von Kochsalz in Chlor und Natron durch den elektrischen Strom vor sich geht, ist es doch trotz unzähliger Versuche erst in letzter Zeit gelungen, Verfahren ausfindig zu machen, welche Aussicht auf praktischen Erfolg haben.

Die älteren Verfahren scheiterten hauptsächlich an der grossen Abnutzung der komplizierten Apparate und der unvollständigen Umsetzung der verwendeten motorischen Kraft in

elektro-chemische Arbeit. Siemens & Halske in Wien sind nun mit verschiedenen Verfahren von Dr. Karl Kellner in Hallein hervorgetreten, welche an Einfachheit nichts zu wünschen übrig lassen. Die nachstehenden Abbildungen veranschaulichen die Kellnerschen Einrichtungen zum Bleichen von Papierstoff. Fig. 65 zeigt den sogenannten Bleichblock. Er besteht aus auf einer Seite mit Platin überzogenen Platten A $A^1 A^2$, welche durch Stäbe B B^1 B^2 zu einem starren Körper vereinigt sind. Wenn ein solcher Block in einen Holländer gesetzt und mit den Klemmen einer Dynamomaschine verbunden wird, so wird der Stoff im Holländer durch Zusatz von Kochsalzlösung ohne weiteres gebleicht. Der Stoff geht fortwährend zwischen den Platten A A^1, den Elektroden, durch und kann daher mit wenig Kraftaufwand gebleicht werden, da das aus dem Kochsalz sich entwickelnde Chlor in dem bekanntlich viel kräftiger wirkenden Entstehungszustand, dem status nascendi, darauf einwirkt. Fig 65 zeigt einen Holländer mit zwei der beschriebenen Bleichblöcke. Die Kochsalzlösung wird immer von neuem wieder verwendet und durch Zuführen frischen Salzes auf der ursprünglichen Stärke erhalten. Durch Zusetzen von 20 kg Kochsalz sollen [illegible] kg Stoff gebleicht werden; welche Art Stoff gemeint wird, ist nicht angegeben.



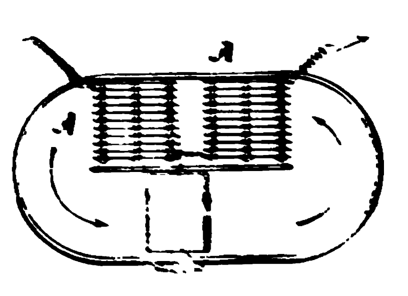


Fig. 65.

Wenn mehrere Bleichholländer in einem Raum stehen, so wird das in Fig. 66 dargestellte Verfahren empfohlen, bei welchem der Billigkeit wegen kein Platin zur Anwendung kommt. Fig. 66 zeigt den elektrolytischen Apparat im Durchschnitt und Grundriss. Die Elektroden bestehen aus Kohle; sie

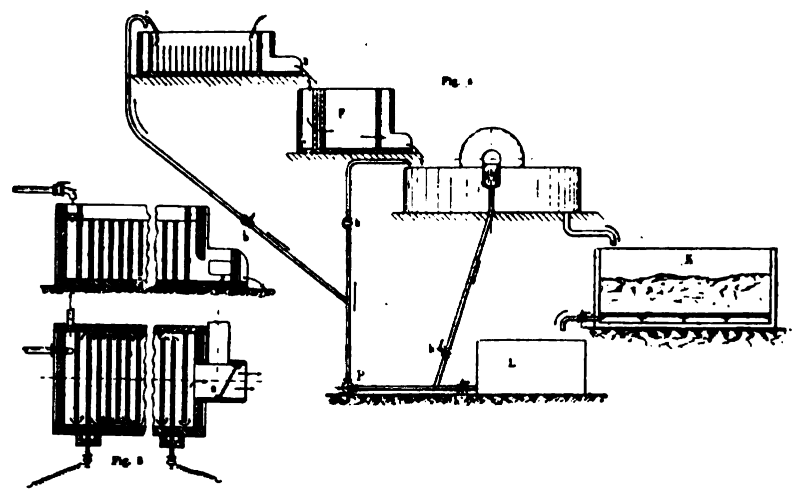


Fig. 66.

sollen billig und dauerhaft sein. Die Kochsalzlösung welche aus der links oben ersichtlichen, mit einem Hahn verschliessbaren Röhre in den Apparat fliesst, muss ihren Weg nach *B* zwischen den wechselständig angeordneten, eine Anzahl von Zellen bildenden Elektroden nehmen, wie durch Pfeile angedeutet ist. Wie aus Fig. 66 ersichtlich, fliesst die in dem erwähnten Apparat aus dem Kochsalz erzeugte Hypochloridlösung bei *B* durch das darunterstehende Filter *F* aus Glaswolle in den Bleichholländer. Wenn nicht Kohlen-, sondern plattinierte Platten zur Verwendung kommen, so fällt das Filter weg. Der Abtropfkasten *K* dient zur Aufnahme des gebleichten Stoffes; die abfliessende Salzlösung wird in *L* gesammelt, und durch Pumpe *P*, nach Schliessen der Hähne *h* und h_3 und Öffnen der Hähne h_1 und h_2, zur raschen Füllung des Holländers beim Eintragen von frischem Stoff verwendet. Dann werden die Hähne h_1 und h_2 geschlossen, die Hähne *h* und h_3 geöffnet und durch die Pumpe fortwährende Zirkulation der Salzlauge während des Bleichens durch Elektrolyser, Filter und Holländer bewirkt. Eine weitere Verbesserung des Kellnerschen Bleichverfahrens bespricht das Centralblatt für die Österr. Ung. Papierindustrie, dem wir folgendes entnehmen:

Bei der Zersetzung des Kochsalzes durch den elektrischen Strom, ohne Anwendung eines Diaphragmas, verbinden sich die Spaltungsprodukte Chlor und Ätznatron zu unterchlorigsaurem Natron, welches den wirksamen Bestandteil der Bleichflüssigkeit bildet. Neben diesem Hauptprozess treten verschiedene Nebenreaktionen auf, welche die Nutzwirkung des Verfahrens ver-

mindern und hauptsächlich in Chloratbildung und Reduktion von bereits gebildetem unterchlorigsaurem Natron zu Chlornatrium bestehen. Die Nebenprozesse bildeten eine der Hauptschwierigkeiten bei der Ausarbeitung der elektrischen Bleichmethoden. Dann traten noch Kontaktschwierigkeiten und unangenehme Erfahrungen mit den verschiedensten Elektroden hinzu. Kohlenelektroden sind zwar billig, nutzen sich jedoch rasch ab und erfordern eine Filtration der Bleichlauge. Platinelektroden dagegen sind, wenn sie halbwegs dauerhaft sein sollen, sehr teuer und fallen bei den Betriebskosten infolge der hohen Amortisation zu sehr ins Gewicht.

Durch Einführung seiner „Spitzenelektroden" glaubt Dr. Karl Kellner eine praktische Lösung der Frage gefunden zu haben. Diese Elektroden sind Platten aus Hartgummi oder anderen widerstandsfähigem Stoffe, welche in Form einer Bürste mit Platinstiftchen versehen und in einem Ebonitkasten in beliebiger Anzahl auf Spannung geschaltet werden. Mit dieser Vorrichtung soll es möglich sein, bei sehr günstigen Verhältnissen Lösungen mit bis 1% aktivem Chlor herzustellen, welche Konzentration für die meisten Erfordernisse reichlich genügt. Die Zusammensetzung der erzeugten 1prozentigen Bleichflüssigkeit ist bei gleichen Stromverhältnissen hauptsächlich von der Konzentration der angewendeten Kochsalzlösung und von der bei der Elektrolyse eingehaltenen Temperatur abhängig.

Die unter normalen Verhältnissen aus 10 prozentiger Kochsalzlösung erzeugte Bleichflüssigkeit mit 1% aktivem Chlor enthält:

2,09 pCt. unterchlorigs. Natron
0,60 „ chlorsaures Natron
7,90 „ unzersetztes Chlornatrium.

Die in einer 10 prozentigen Kochsalzlösung enthaltenen 6% Chlor verteilen sich also in folgender Weise:

1,0 pCt. Cl. als Na Cl. O.
0,2 „ „ „ „ „ O_3.
4,7 „ „ „ „ „

Die ablaufende Bleichflüssigkeit ist vollständig klar und hält sich an der Luft ziemlich lange unverändert. Nach tagelangem Stehen nimmt die Bleichkraft wie bei Chlorkalklösungen ab; die Abnahme ist verschieden, je nachdem die Flüssigkeit im Dunkeln oder im Lichte aufbewahrt wird.

V. Waschen, Bleichen, Fertigstellung der Cellulose.

Obgleich diese Endmanipulationen ziemlich verschieden sein können, so hängen sie doch meistens nicht mit der Art der bisher getrennt besprochenen „Verfahren“ zusammen und können daher ohne Rücksicht auf diese jetzt behandelt werden: Wenn vor der Zerkleinerung des Holzes die Äste nicht ausgebohrt, oder vor der Kochung nicht aussortiert wurden, so erfolgt nach der Entleerung des Kochers zunächst ein Sortieren durch Knaben oder Mädchen, was besonders notwendig ist, wenn das Holz in Scheiben geschnitten war. In diesem Falle schütten sich die Arbeiter die Cellulose auf einen Tisch, zerdrücken mit den Fingern die weiche Masse und finden auf diese Weise leicht jeden kleineren oder grösseren Ast, oder jedes harte, vielleicht nur teilweise gut gekochte Holzstück. Da an den Ästen immer noch ziemlich viel, wenn auch gelbliche und härtere Cellulose hängen bleibt, so werden diese Äste zurückgelegt und später behufs Erlangung einer geringeren Cellulose, sogenannter dritten Sorte, weiter verarbeitet. Da jedoch trotz aller Sortierung sämtliche Äste nicht absolut verschwinden und eine gewaltsame Zerkleinerung auch die Äste mit zerkleinern würde, wodurch sich die Qualität der Cellulose verringert, so hat man darauf Bedacht zu nehmen, diese Zerfaserung möglichst vorsichtig durchzuführen. Es ist für diesen Zweck von Mitscherlich ein Stampfwerk angewendet worden, welches aber den Stoff eigentlich nicht zerstampft, sondern mehr zerreibt, wie aus der nachfolgenden Beschreibung ersichtlich ist. Die Fig. 67 zeigt eine Seitenansicht. respektive Durchschnitt eines solchen Stampfwerkes. Auf circa 7 Stück eisernen Gestellen *A* ist die Daumenwelle *B* gelagert, die sich circa 10 mal in der Minute umdreht. Die Gestelle sind durch 2 Paar starke Hölzer *C' C''* und *D' D''* verbunden, die gleichzeitig als Führung von ungefähr 60 Stück nebeneinander liegende Stampfen dienen, die wieder bis nahe an den Boden des im Durchschnitt gezeichneten Stampftroges *E* reichen, der circa 15 Meter lang ist und, vom Anfangs- bis an den Endpunkt gerechnet, circa 0,6 Meter ansteigt. Die Hebedaumen sind so auf die Welle aufgesetzt, dass 3 oder 4 nebeneinander liegende Stampfen bei jeder Umdrehung nicht gleichzeitig, sondern nacheinander gehoben werden, so dass sie so arbeiten wie Fig. 68 zeigt, die einem Teil der Vorderansicht wiedergiebt. Auf diese

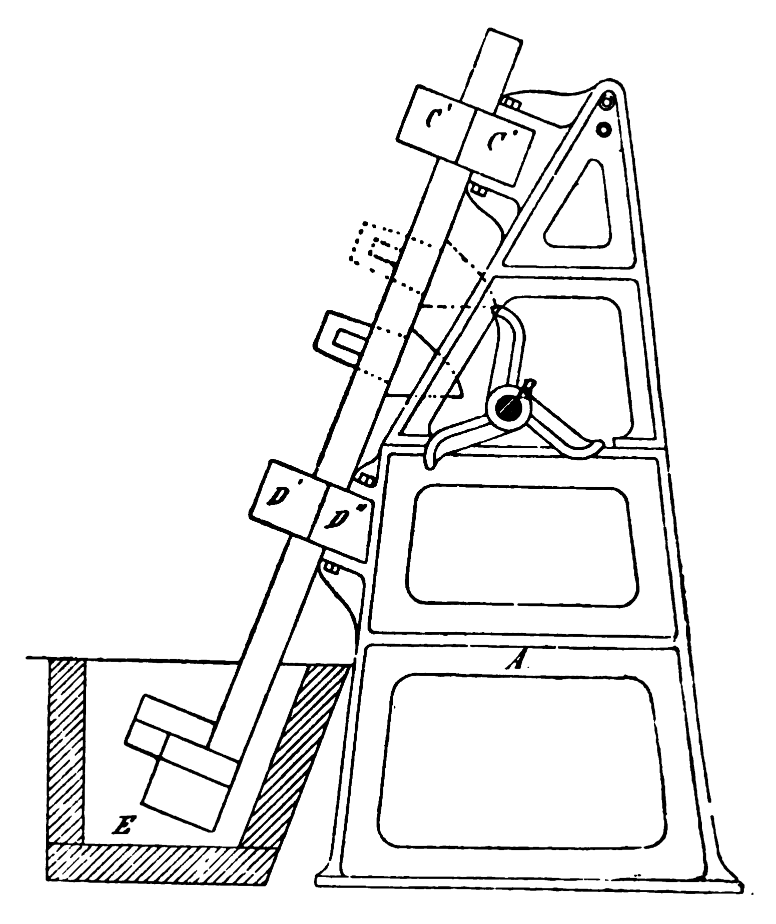


Fig. 67.

Weise führt die niedergehende erste Stampfe am Anfang des Troges den Stoff teilweise der zweiten zu, diese dann der dritten u. s. w. bis endlich unter fortwährendem Zufliessen von Wasser der Stoff als dünner Brei ans obere Ende des Stampftroges gelangt. Da wie erwähnt die Stampfen nicht ganz bis auf den Boden gehen, unten einen breiteren Schuh haben und sich auch seitlich nicht berühren, so wird der Stoff, wenn die eine Stampfe nach unten fällt und die nebenliegende aufgehoben wird, in den Zwischenräumen fortgesetzt leicht zerrieben, ohne dass die Faser angegriffen und die harten Stücke und Äste zerdrückt werden können. Die ausgelesene Cellulose wird von den Arbeitern direkt an das tiefere Ende des Stampftroges geschüttet, oder, wenn die Sortierung in einer oberen Etage stattfindet, in einen

grossen, hölzernen Trichter, durch welchen die Masse dem Troge kontinuierlich zugeführt wird. Ein Arbeiter hat nun diese Zufuhr ordentlich zu regeln, ebenso den Wasserzufluss und

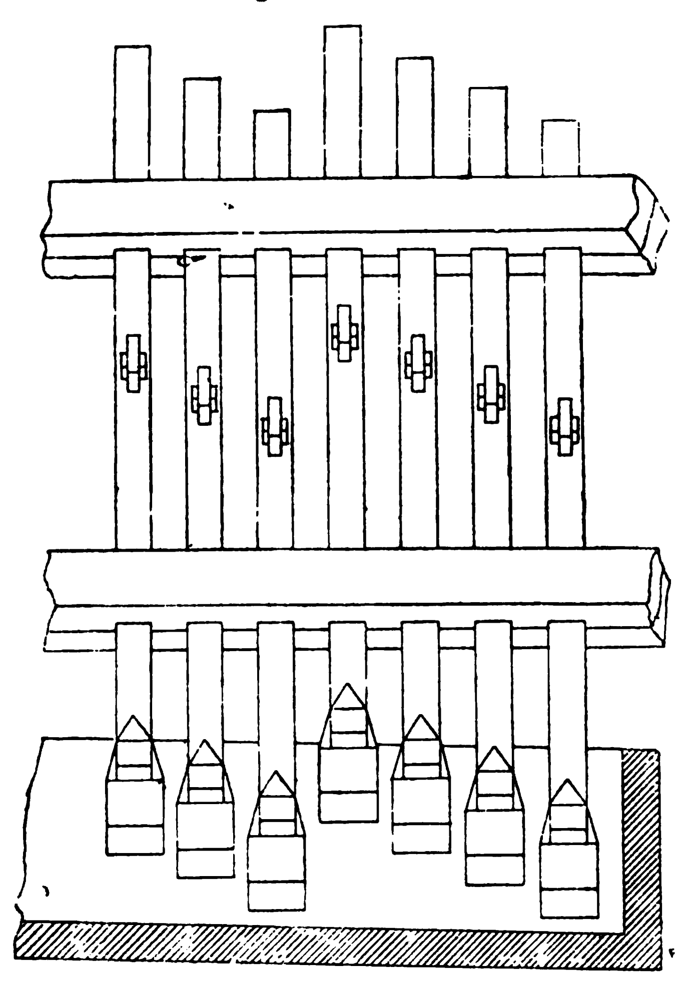


Fig. 68.

muss zuweilen mit einer Schaufel dem Fortrücken des Stoffs in dem Troge etwas nachhelfen. Dadurch, dass man am oberen Ende die Ausflussöffnung mehr oder weniger vorschliesst, bleibt der Stoff längere Zeit im Troge und wird beliebig stark oder schwach durchgearbeitet, wie es die Qualität der Kochung gerade verlangt. Eine zweite notwendige Arbeit ist aber nun das Auswaschen des Stoffes, damit jede Spur von Kochlauge, respektive von SO_2 aus der Cellulose entfernt wird. Auch das geschieht

bei Mitscherlich nicht auf gewaltsame Weise, sondern durch ein System von sogenannten Waschrinnen, wodurch zwar viel Wasser gebraucht wird, aber die Zerfaserung und das Auswaschen sehr sorgfältig geschieht, und gleichzeitig nach dem Prinzip der Schlemmereivorrichtungen eine Sortierung insofern erreicht wird, als am Ende nur die feinsten Fasern abfliessen und alle schweren Gegenstände sich vorher absetzen. Da es natürlich darauf ankommt, die Waschrinne so lang als möglich zu machen, so legt man der Platzersparnis wegen in der Regel 2 solche Rinnen übereinander. Man giebt ihnen die Form, wie die nachstehende Skizze, Fig. 69, zeigt: Eine circa 1 Meter

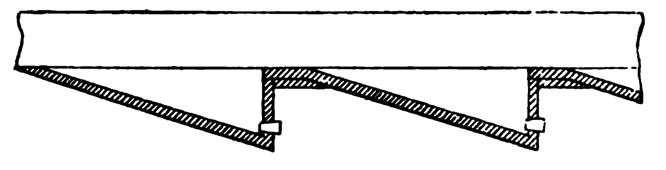


Fig. 69.

breite und 300 Millimeter tiefe Holzrinne ist am Boden mit sogenannten Säcken oder Astfängern versehen, in welchen sich alle zurückgebliebenen Äste, harte Holzstücke und grobe Splitter absetzen, welche dann später bei der in gewissen Zeiträumen nötigen Reinigung der Rinne durch mit Stopfen versehene Löcher abgelassen werden können. Sobald der Stoff nun aus dem Stampftroge heraustritt, wird er zunächst durch einen oder mehrere kräftige Strahle reinen Wassers nicht nur verdünnt, sondern dadurch gleichzeitig die lose zusammenhängenden Faserbündelchen auseinandergespült, so dass die stark verdünnte Masse möglichst aus lauter einzelnen, nebeneinander schwimmenden Cellulosefasern besteht. Zum besseren Auseinanderschlagen lässt man oft den Stoff am Anfang der Rinne einen oder mehrere Rührer passieren, oder man benutzt einen sogenannten Knotenschläger, wie er in Papierfabriken, welche Centrifugalholländer haben, zur Anwendung kommt, oder es wird der Stoff zunächst über einen einfachen, aus Holzstäben gebildeten grossen Knoten- oder Astfang gelassen, der mit einer Schüttelvorrichtung versehen ist. Durch all diese Einrichtungen erreicht man nun zwar, dass sich Kalk, Gyps und gröbere Holzfasern absetzen, aber die kleinen Splitter, die ja eigentlich nur kleine Fasernbündel, noch nicht auseinandergeschlagene, sonst weiche Celluloseteilchen sind, bleiben in dem Stoff und müssen noch soviel als irgend möglich

entfernt werden. Dies geschieht entweder durch einen, zwei, oder ein ganzes System von Plattenknotenfängern, wie sie an jeder Papiermaschine vorkommen. Der sämtliche Stoff muss hierbei durch die engen Schlitze der Knotenfängerplatten hindurch, was durch Schlagen, d. h. Auf- und Niederbewegung und dadurch entstehendes Hindurchsaugen bewirkt wird. Eine hübsche Anlage dieser Art zeigt Fig. 70 und 71. Durch einen Elevator oder durch eine Schnecke wird der Stoff aus dem Stampftrog gehoben und tritt bei *A* in die Waschrinne ein. In der Richtung

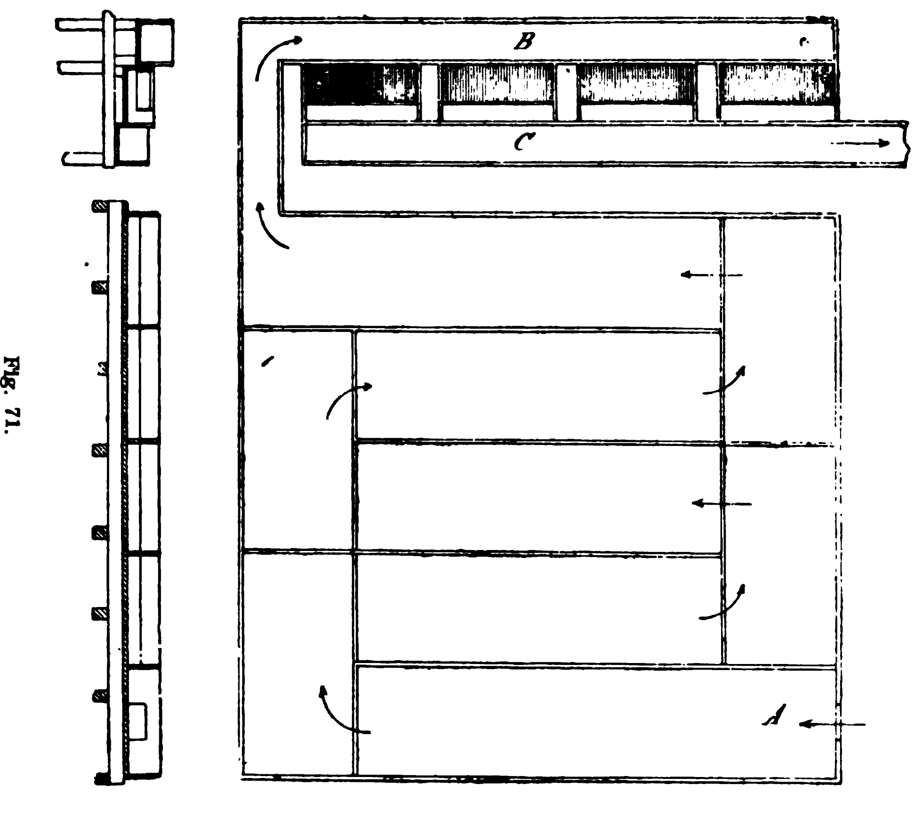


Fig. 71.

Fig. 70.

der angegebenen Pfeile durchströmt er nun, mit Wasser stark verdünnt, verschiedene Abteilungen und tritt zuletzt in eine schmale Rinne *B* ein, von welcher er auf die 4 neben einander gelegenen Plattenknotenfänger läuft, unter denselben heraus in die Rinne *C* gelangt und von da nach der Entwässerungsmaschine geführt wird.

In der neueren Zeit wendet man jedoch mit Vorliebe die Wandelschen Cellulose-Reiniger an, welche ganz ähnlich den, von derselben Firma schon vorher gebauten rotierenden Knotenfängern sind. Die vorteilhafte Veränderung gegen diese besteht nur darinnen, dass sie nicht durch Schlagräder auf und nieder bewegt werden, sondern sich nur ziemlich schnell drehen und dadurch den sie fast ganz umgebenden dünnen Stoff nach Innen saugen, also vollkommen geräuschlos arbeiten.

Neuerdings hat Wandel eine andere Sortiervorrichtung für Zellstoff konstruiert und sich in Amerika unter Nr. 478179 patentieren lassen. Im Jahrg. 1892 der Pap. Ztg. Seite 2424 lautet die Beschreibung folgendermassen:

Der zu sortierende Stoff fliesst durch eine Rinne a^1 in einen Trog a, in welchem ein, in schnelle Umdrehung versetzter, auf dem Umfange mit feinen Schlitzen versehener Sortiercylinder b gelagert ist.

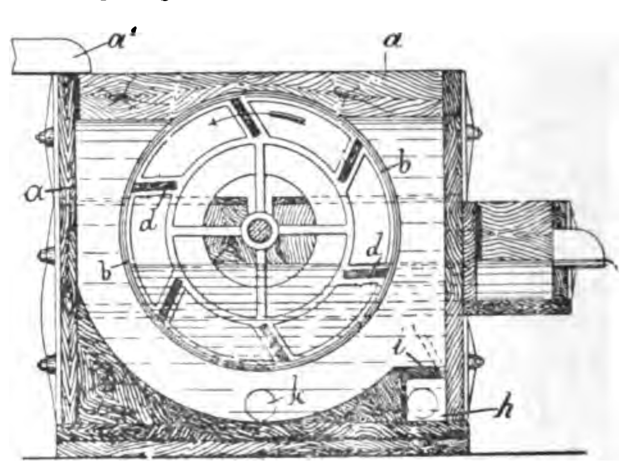


Fig. 72.

Der freie Stoff dringt durch die Schlitze in den Cylinder und fliesst an beiden Enden desselben durch centrale Öffnungen ab. In dem Cylinder sind Schaufeln d befestigt, welche mit dem Umfange etwa einen Winkel von 45° bilden, und bei einer Drehung des Cylinders in der Pfeilrichtung auf den Stoff saugend wirken und den Durchtritt desselben beschleunigen. Der grobe Stoff senkt sich auf den kreisförmigen Boden des Troges und wird in die seitliche Rinne h, deren Deckel i zu dem Zwecke geöffnet ist, entleert, ohne dass dadurch der Betrieb beeinträchtigt wurde. Zur völligen Entleerung und Reinigung des Troges a dient die Öffnung k.

Einen Centrifugal-Zellstoff-Sortierer baut die Maschinenfabrik-Aktiengesellschaft, vorm. Wagner & Co. in Cöthen in Anh. und ist derselbe in der Papier-Zeitung 1892, Seite 2592 beschrieben:

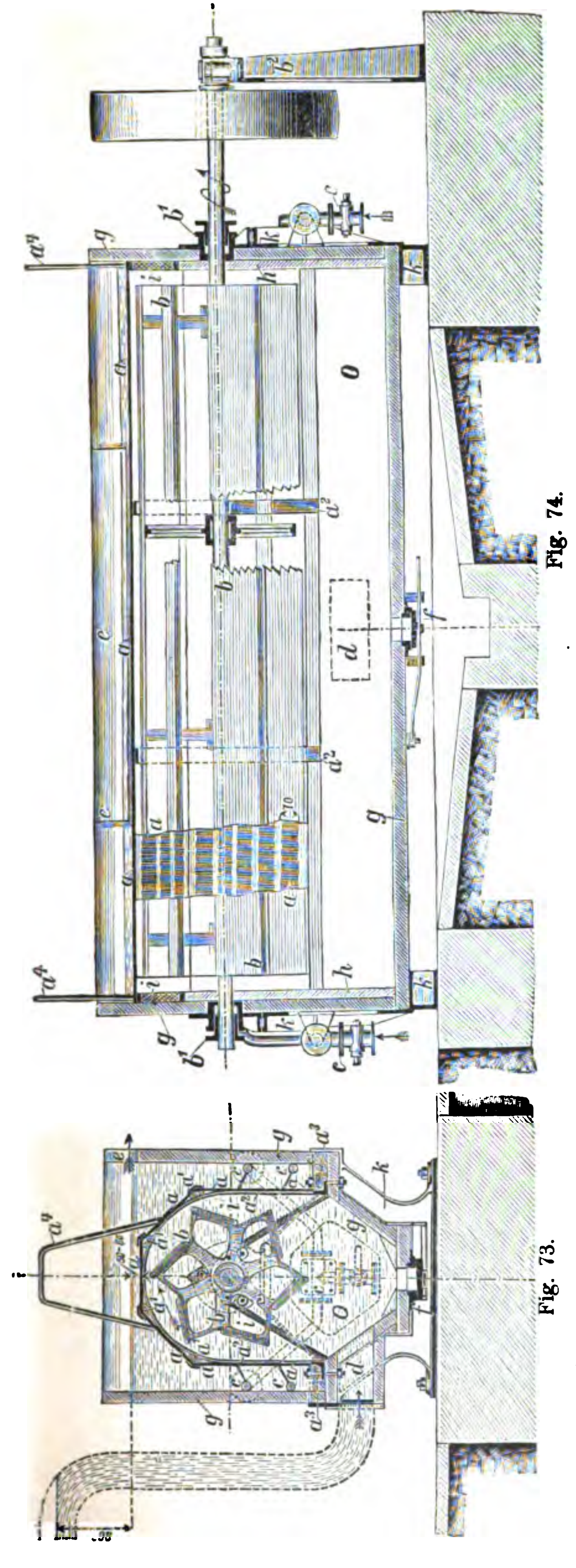


Fig. 74.

Fig. 73.

Der stark mit Wasser vermischte Zellstoff wird durch Ansatz *d* in den nach unten verengten Teil des Troges *c* geleitet und füllt denselben bis zum Überlauf *e*, aus dem er über eine breite, nicht gezeichnete Rinne abfliesst. Um dahin zu gelangen, muss der Stoff durch die Siebkappe fliessen, welche aus Knotenfangplatten *a* besteht. Diese 3 mm starken Messingplatten sind mit $^4/_{10}$, $^5/_{10}$ oder $^6/_{10}$ mm weiten geraden gefrässten Schlitzen versehen; der Rahmen, worin die Platten sitzen, besteht aus den Fussleisten a^3 (Fig. 73) aus Hartholz, in welche die senkrechten Platten eingelassen sind, sowie aus den Fangleisten a^1 und den Versteifungsbogen aus Eisen, Kupfer oder Bronze von 60 mm Breite und 12 bis 15 mm Höhe, welche alle Leisten verbinden, und den 1 m langen Platten als Auflage dienen. Auf

jedes Meter Länge kommt also ein solcher Bogen. An den beiden Endbogen sind Bügel a^4 befestigt, mit denen die ganze Siebkappe ausgehoben werden kann, nach dem man die Befestigungsschrauben gelöst hat, welche die Fussleisten a^3 mit der Tragwand g verbinden. Dies Herausnehmen ist erforderlich, so oft die Platten gründlich gereinigt werden sollen, und kann durch Aufhängen der Kappe an Flaschenzügen oder Rollen noch erleichtert werden. Das Reinhalten der senkrechten Platten a wird während des Betriebes von Spritzrohren c besorgt, deren 2 auf einer Seite liegen und durch einen Hahn an jedem Ende regiert werden. Die Abdichtung der Siebhaube an beiden Enden wird dadurch bewirkt, dass ihre Endwände i dreieckig ausgeschnitten sind und sich auf ebenso geformte Innenwände h des Troges aufsetzen, wie in Fig. 73 punktiert gezeigt. Die als Auflagerung dienenden Kanten sind mit Filzstreifen belegt und das Gewicht der Siebkappe dichtet selbstthätig ab. Ein Schläger b, welcher 100—120 Umdrehungen pro Min. macht, treibt mit seinen auf 4 Kreuzen liegenden durchgehenden Holzschaufeln den Stoff durch die Platten. Die Stopfbüchsen b^1 der Schlägerwelle belasten den hölzernen Trog nicht, sondern ruhen auf dem eisernen Gestell K, sodass die Lagerung von den Veränderungen des Holzes unabhängig ist. Ein Lagerbock b^2 trägt das Ende der Welle neben der Triebscheibe. Die schweren Verunreinigungen lagern sich im untern Teil des Troges ab und können durch den Schieber f abgelassen werden. Der Stoff soll aus einer Höhe herabfliessen, die 300 mm über seinem Stand bei e liegt, wo er 50—80 mm über der oberen Platte a abfliesst. Die Spritzröhren c dienen mehr dazu, den Stoff in Bewegung zu erhalten und brauchen nicht immer in Thätigkeit zu sein, die oberen Platten halten sich erfahrungsgemäss selbst rein. Der Sortierer soll wenig Unterhaltungskosten beanspruchen, die Reinigung geht rasch vor sich und der Kraftverbrauch ist gering. Durch einen Sortierer von 2500 mm Länge und $^4/_{10}$ mm Schlitzweite gehen in 24 Stunden 4000 kg langfaserigen Mitscherlich-Stoffs.

Der durch einen oder mehr Cellulosereiniger von den Splittern möglichst befreite Stoff läuft nun auf die Entwässerungsmaschine, die einer kleinen Papiermaschine gleicht, nur dass das Sieb kürzer ist, aus stärkerem Draht besteht, weiter gewebt ist und keine Schüttelbewegung erhält. Nach der sogenannten Gautschpresse führt in der Regel ein Filz den pappenartigen Stoff noch durch eine zweite Presse, Schrauben- oder

Hebelpressen, damit man ein möglichst wenig Wasser enthaltendes Fabrikat gewinnt. Der Trockengehalt der durch eine zweite Presse gegangenen Cellulose, welche nun in Rollen aufgewickelt wird, beträgt in der Regel circa 50 pCt. manchmal auch mehr.

Der Vollständigkeit wegen sei erwähnt, dass Mitscherlich selbst nicht die oben beschriebene Entwässerungsmaschine anwandte, sondern den sogenannten Haarcylinder, welcher den Zellstoff in Brockenform darstellt. Nachstehende Abbildung zeigt denselben in Auf- und Grundriss: Der Cylinder *h* mit einem Sieb von Pferdehaaren überzogen, ist konisch, der Stoff tritt in der Pfeilrichtung ein, das Wasser wird durch schnelle Drehung herausgeschleudert und der breiige Stoff fällt durch die Öffnung *a* auf einen Filz *f*, der durch verschiedene Walzen *d*, *d*; *d* getragen und gespannt ist, durch zwei Presswalzen *p p* hin-

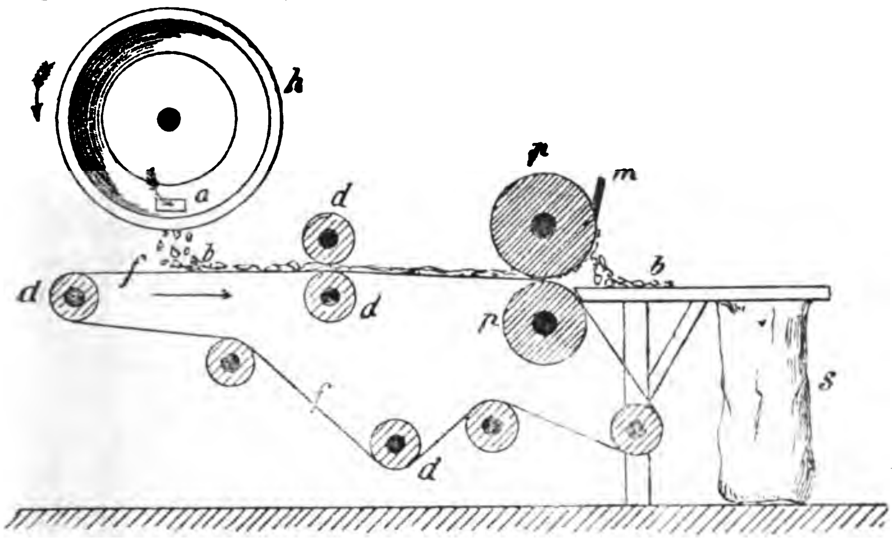


Fig. 75.

durchgeht und sich in der Pfeilrichtung fortbewegt. Durch die Presswalzen wird dem Stoff das Wasser noch ausgepresst, der an der oberen Walze *p* kleben bleibende Stoff *b* wird durch ein Messer oder einen Schaber *m* abgeschabt, fällt auf einen Tisch und wird durch ein in demselben befindliches Loch direkt in einem darunter aufgehängten Sack *S* gefüllt, um als sogenannte Brockencellulose sodann versandt zu werden.

In den letzten Jahren hat sich zur Zerteilung des gekochten Holzes an Stelle der viel Kraft brauchenden Stampfen nicht nur in den Mitscherlich'schen Fabriken, sondern auch in den

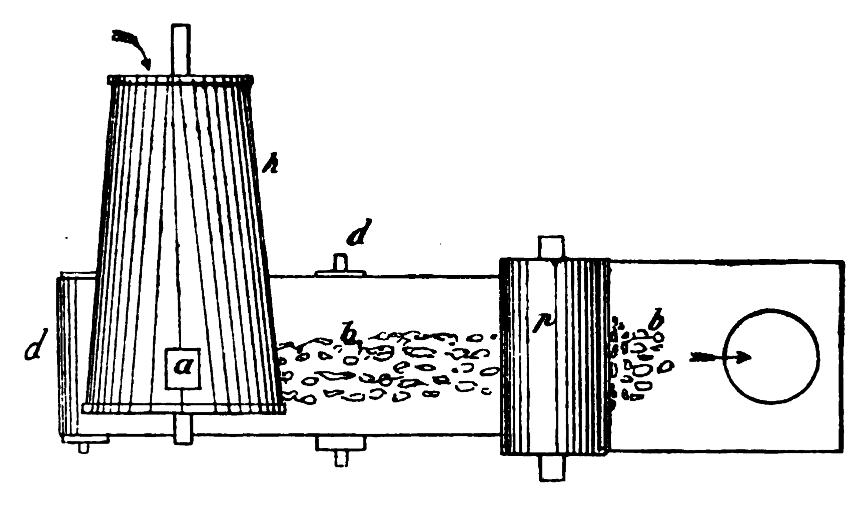


Fig 76.

anderer Systeme eine grosse Anzahl von Apparaten eingebürgert unter denen der sogenannte „Separator“ die meiste Verbreitung erlangt hat. Derselbe greift den Stoff gar nicht an und leistet mit verhältnismässig geringer Kraft sehr viel, denn er bewältigt den Stoff zu einer Tagesproduktion von 5000 kg trockenen Zellstoff; er wird seit circa 9 Jahren von der Anhaltischen Maschinenfabrik, früher Wagner & Co. in Cöthen gebaut und sei hier folgendermassen beschrieben.

Fig. 77 und 78 zeigen ihn in Längs- und Querdurchschnitt. Daraus ist zu erkennen, dass er aus zwei etwas konischen, hölzernen, etwa 5 Meter langen und 1 Meter im Durchmesser haltenden Trommeln besteht, von denen *a* die obere ist, in welche der Stoff durch den Elevator bis dahin gehoben bei *e* eintritt. Die Trommeln selbst sind feststehend, jedoch bewegen sich in denselben starke hölzerne Wellen *c d* auf denen spiralförmig eine grosse Anzahl langer Knüppel sitzen, welche bis nahe an den Umfang der Trommel reichen. Die Geschwindigkeit der oberen Welle *c* beträgt 80—100 Umdrehungen in der Minute, während die untere circa 160 Touren macht. Durch die Knüppel wird nun der dicke Stoff, der in der oberen Trommel nur mit wenig Wasser durch Hahn *w* etwas verdünnt wird, wiederholt an die Umfassungswände geschlagen, bis er am anderen Ende bei *f* heraustritt, in die zweite Trommel fällt, hier mit mehr Wasser verdünnt wird und vollständig klar zerfasert bei *g* heraustritt und mit noch mehr Wasser in

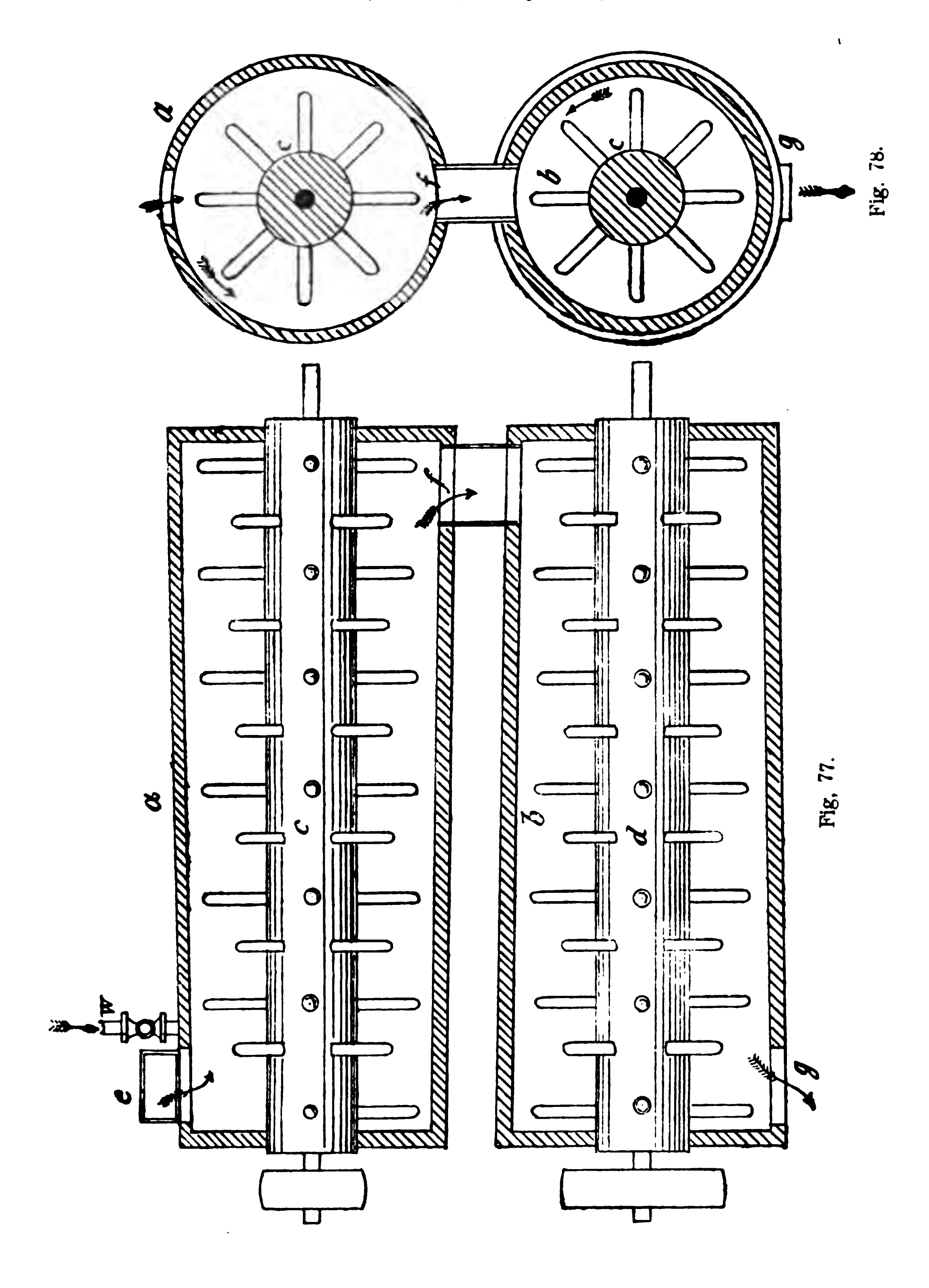


Fig. 77.

Fig. 78.

eine möglichst lange Waschrinne gelangt, in der sich noch Sand und kleine Astteile u. s. w. absetzen können. Am Ende dieser sandfangähnlichen breiten Rinne liegen noch eine oder mehrere Waschtrommeln, welche das überflüssige Wasser entfernen und von wo aus er entweder direkt in den Bleichholländer fliesst, oder in Abtropfkästen abgelassen wird.

Ein anderes neues Verfahren zur Zellstoff-Zerteilung „System Engelmayer", aus 3 patentierten Apparaten bestehend, baut die Maschinenfabrik und Eisengiesserei C. D. Bracker Söhne in Hanau, und äussert sich darüber wie folgt:

Nachdem das Holz gut gekocht, d. h. aufgeschlossen ist, gelangt es in den meisten Fällen mittelst eines Elevators nach dem ersten Apparat des Auflöseverfahrens dem „Zerfaserer", welchem die Aufgabe zusteht, die Fasern von den gekochten Ästen und hartgebliebenen Holzteilen abzulösen. In dem hieran anschliessenden kleinen „Mischer" erfolgt die Mischung resp. Verdünnung. Die Äste und hartgebliebenen Teile werden in dem Sortierapparate ausgeschieden. Von hier ab wird der Stoff durch einen entsprechenden Sandfang geleitet, in welchem die noch vorhandenen schweren Teile, sowie das durch einen angebrachten „Entharzungsapparat" losgeschlagene Harz zurückgehalten werden. Die hiernach folgenden Apparate wie Waschtrommel und Entwässerungsmaschine, dienen zum teilweisen Entziehen des Wassers, und gelangt der Stoff nunmehr nach der „Quetsche", in welcher das Strecken und Zerteilen der Fasern stattfindet. Den Schluss des Auflöseverfahrens bildet ein Auflöser, von welchem der Stoff nach der Rührbütte und event. nach der Langsiebmaschine geleitet wird. Knoten- bezw. Splitterfänger kommen nicht zur Anwendung.

Im Nachstehenden sind die einzelnen Operationen und Apparate ausführlich beschrieben:

1. Verfahren zum Zerlegen der Zellstoffbündel und Ausziehen der Fasern.

Den Gegenstand vorliegender Erfindung bildet ein Verfahren Zellstoff, insbesondere Sulfitcellulose, unter Erhaltung der langen Fasern vollständig aufzulösen. Dies konnte bis jetzt nicht erreicht werden, weil das Auflösen des gekochten Zellstoffs durch Kollergänge oder Raffineure derart unvollkommen war, dass der erhaltene Stoff, stets noch ungelöste, zusammenhängende Faserbündel, sogenannte Splitter enthielt, welche dann noch durch besondere Splitterfänger entfernt werden mussten.

Durch das vorliegende Auflöseverfahren, soll ein durchaus Splitterfreier Stoff geliefert werden, so dass Splitterfänger in Fortfall kommen können.

Die Auflösung des Zellstoffs geschieht in der Weise, dass die gekochte Cellulose, nachdem sie über einen Entwässerungsapparat gegangen ist. zwischen 2 Walzen hindurchgeht, welche sich mit ungleicher Umfangsgeschwindigkeit drehen, und von denen vorteilhaft die langsamer sich drehende Walze einen grösseren Durchmesser hat, als die schneller sich drehende Walze. Dabei sind die Walzen so fein zu einander eingestellt, dass sie nur die dickeren, nicht ganz weichgekochten Teile, welche aus zusammenhängenden Faserbündeln bestehen und in der fertigen Cellulose unter der Bezeichnung „Splitter“ vorkommen, zerdrücken und infolge der ungleichen Umfangsgeschwindigkeiten reiben und in einzelne Fasern auflösen. Die bei dem Kochen bereits entstandenen einzelnen Fasern werden, weil die Walzen nur für die dicken Faserbündel eingestellt sind, von den Walzen kaum berührt, können daher bei ihrem Durchgange zwischen den Walzen von diesen nicht mehr zerrissen werden und behalten ihre ursprüngliche Länge.

Falls die Cellulose nach dem Durchgange durch die Walzen noch kleine Splitter zeigen sollte, so lässt man sie noch durch ein zweites oder durch mehr derartige Differentialwalzenpaare hindurchgehen.

Zur Ausführung des Verfahrens dient die auf beigegebener Zeichnung in Seitenansicht (Fig. 79) und Oberansicht (Fig. 80) dargestellte Vorrichtung.

Nachdem die gekochte Cellulose einen Sandfang *d* und eine Waschtrommel *f* passiert hat, gelangt sie auf eine Entwässerungsvorrichtung beliebiger Art, die im vorliegenden Falle aus einem in Rollen gehenden endlosen Drahtsieb *a* und 2 Druckwalzen *b* und *c* besteht, zwischen welchen das Sieb *a* mit der in dünner Schicht darauf liegenden Cellulose hindurchgeht. Die Druckwalzen entfernen sämtliches Wasser aus der Cellulose wodurch dieselbe so zusammenhängend wird, dass sie in Blatt oder Bogenform die Walzen verlässt und in diesem Zustande sogleich zwischen die, mit ungleicher Umfangsgeschwindigkeit sich drehenden Walzen *A* und *B* gelangt, wo die Splitter, bezw. die noch zusammenhängenden Faserbündel zerfasert werden.

Die Walze *B* ist fest gelagert, während die sich langsamer drehende Walze *A* in einer Gabel *E* gelagert ist, die drehbar in

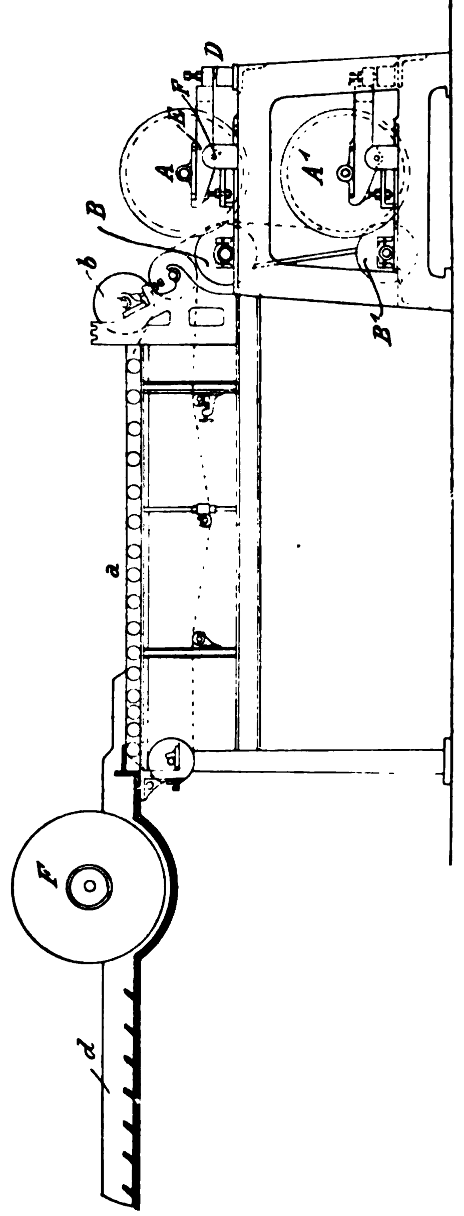


Fig. 79.

Lagern F ruht. Die Gabel E ist vorn durch eine Stellschraube D und hinten durch Stellschrauben C ein- bezw. feststellbar. Mit Hilfe dieser Schrauben D und C wird die Walze A so zur Walze B eingestellt, dass nur die Splitter und Faserbündel von den Walzen angegriffen werden, die einzelnen Fasern hingegen frei zwischen ihnen hindurchgehen. Der Antrieb der Walzen erfolgt durch eine Riemenscheibe, die auf der Welle der schneller sich drehenden Walze B angeordnet ist. Von der Walze B wird die Walze A durch Zahnräder G und H angetrieben.

Zur grösseren Sicherheit lässt man die Cellulose noch durch ein zweites eben solches Walzenpaar A_1 und B_1 gehen. Durch die Zerfaserung der Splitter zwischen den Walzen A B bezw. A_1 B_1 wird der blattartige Zusammenhang der Cellulose nicht beeinträchtigt. Durch die Anwendung dieser Differentialwalzenpaare erhält man einen Stoff, so gleichmässig fein und rein, wie es nur immer möglich sein kann.

2. Siebtrommel zum Aussortieren der Äste und gröberen Teile aus aufgelöstem Zellstoff.

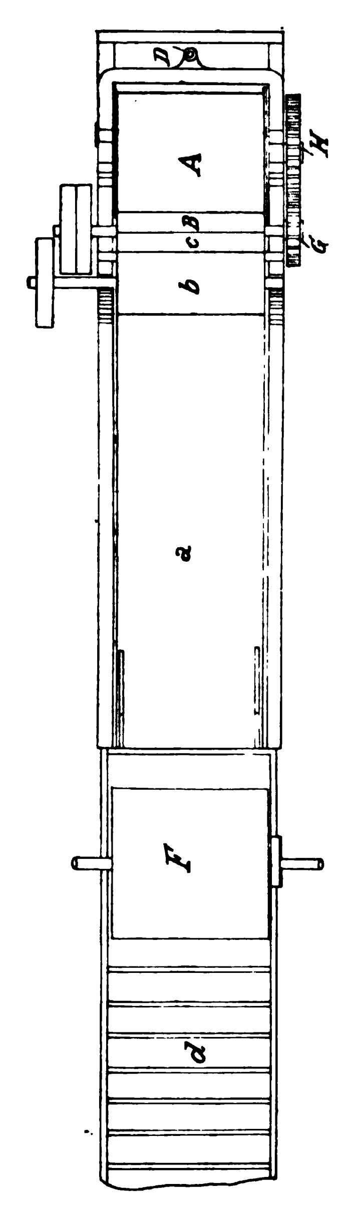


Fig. 80

Den Gegenstand der vorliegenden Erfindung bildet eine Siebtrommel zum Aussortieren der Äste und gröberen Teile aus aufgelöstem Zellstoff, welche dadurch gekennzeichnet ist, dass sie ausser der Drehbewegung gleichzeitig eine schüttelnde Bewegung ausführt. Zu diesem Zweck ist die Siebtrommel an ihrem einen Ende in eine Traverse gelagert, welche durch Hebel und Schlagräder in kurze, stossende Auf- und Abbewegungen versetzt wird, während die Trommel sich dreht. Auf nachstehenden Zeichnungen Fig. 81—83 sind 2 mit einander vereinigte Siebtrommeln in Vorder- und Seitenansicht, sowie im Grundriss abgebildet. In einem kastenartigen, oben offenen Gestell *B* ruhen die beiden Siebtrommeln *A*, deren Mäntel gelocht sind; jede Siebtrommel ist vorn (Fig. 81 links) durch eine Stirnwand *b* abgeschlossen, die eine grosse centrale Öffnung *c* besitzt, deren sie begrenzender und nach aussen vorspringender Kranz *d* gleichzeitig den vorderen Lagerzapfen für die Trommel bildet. Das hintere Ende jeder Trommel ist offen. Die hintere Lagerung für die Trommel bildet ihre Antriebswelle *f*, die in den Naben der Stirnkränze der Trommel in üblicher Weise befestigt und bei *g* (Fig. 83) auf dem Gestell gelagert ist. Die Wellen *F* erhalten ihre Drehung durch Vermittelung der Kegelräder h h^1 von der Welle *i*, welche quer vor dem hinteren Ende der Trommel *A* in entsprechenden Lagern des Gestelles ruht und die Schlagräder *k* und die Antriebsriemenscheibe trägt. Die Schlagräder *k* wirken gegen die nach oben

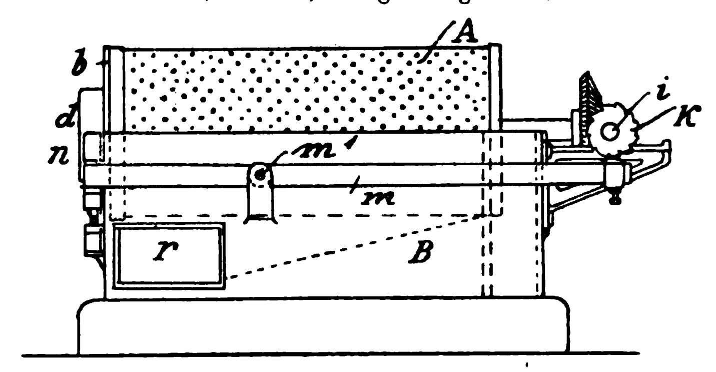


Fig. 81.

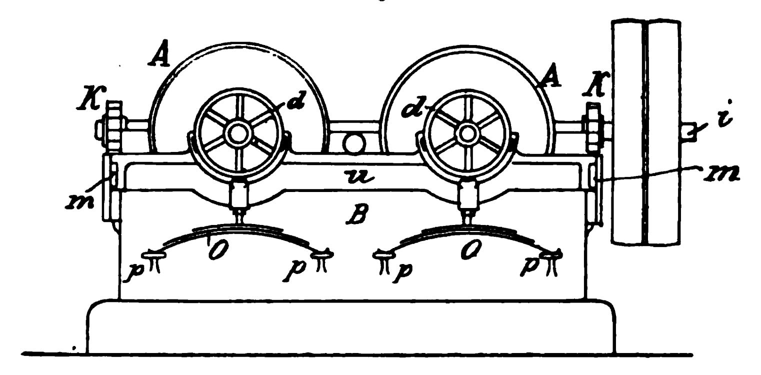


Fig. 82.

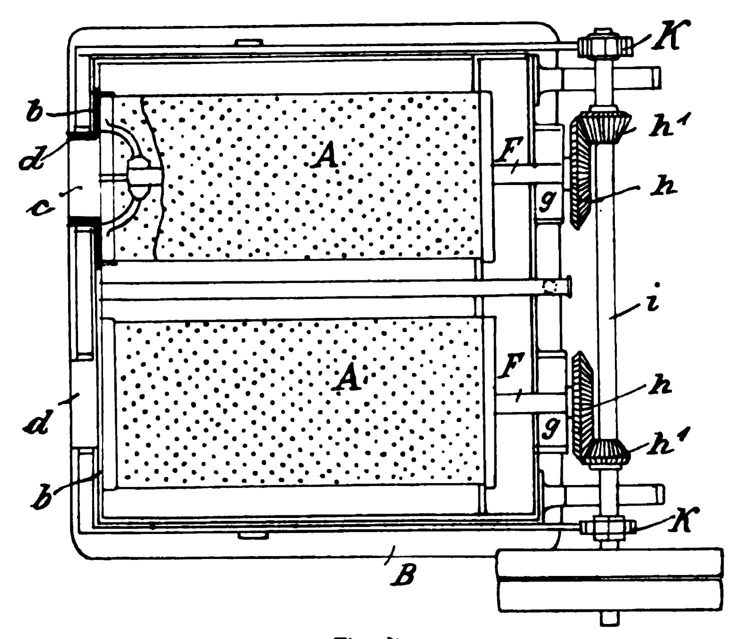


Fig. 83.

die vorspringenden Kränze *d* der vorderen Trommelwände *b* drehbar gelagert sind. Zwei Federn *O*, welche sich einerseits gegen die Traverse *n* und andererseits gegen Vorsprünge *p* des Gestelles stützen, sind bestrebt, die Traverse mit den vorderen Trommelenden nach aufwärts zu heben.

Durch die Drehung der Welle *i* werden die Trommeln *a* in Umdrehung und gleichzeitig durch die Schlagräder *k*, Hebel *m* und Federn *O*, die Traverse *n* und die vorderen Enden der Trommel in kurze, stossende Auf- und Abbewegung versetzt. Der aufgelöste Zellstoff fliesst durch die Öffnung *c* in die Siebtrommeln ein und tritt durch die Löcher im Trommelmantel in den unteren freien Raum des Gestelles *B* aus, von wo er durch die Öffnung *r* (Fig. 81) weiter geführt wird. Die Äste und gröberen Teile fallen am hinteren offenen Ende der Siebtrommeln heraus.

3. Vorrichtung zum Entharzen von Zellstoff.

Die Vorrichtung besteht im Wesentlichen aus einer Schlägerwelle, welche den Zellstoff behufs Loslösung der Harzteilchen von den Zellstofffasern peitscht und schlägt, bis sich Schaumblasen bilden, die nach dem Ruhigwerden der Flüssigkeit ein feines, die Harzteilchen enthaltendes Häutchen auf derselben zurücklassen, sowie aus einer oder mehreren sich drehenden Walzen, welche in die Flüssigkeit eintauchen und die Harzteilchen entfernen, indem die letzteren an den Umfangsflächen der Walzen hängen bleiben und durch Schaber von denselben

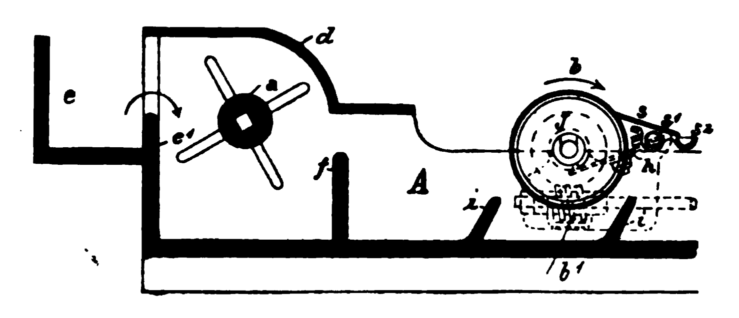


Fig. 84.

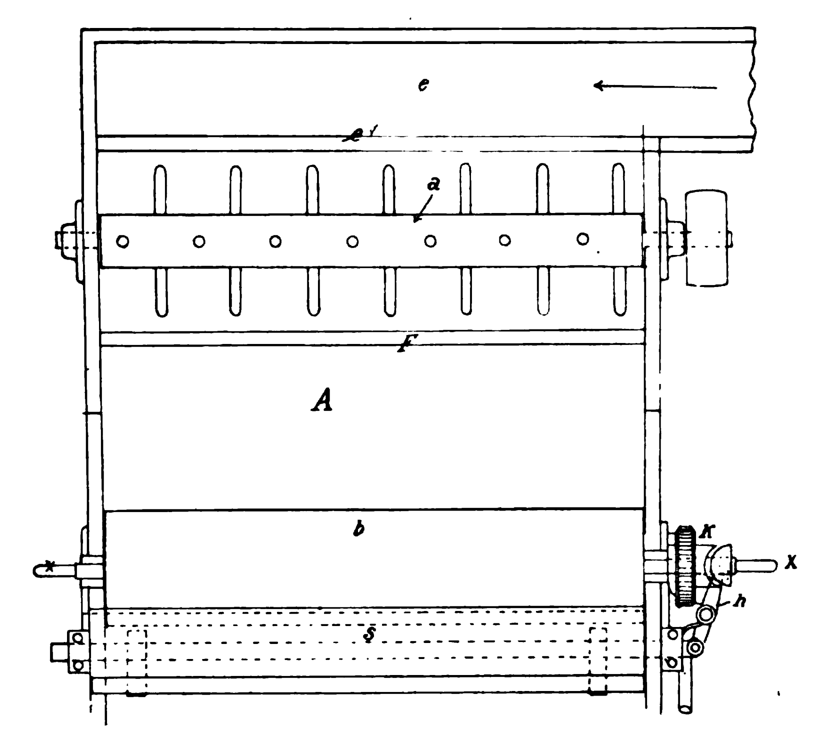


Fig. 85.

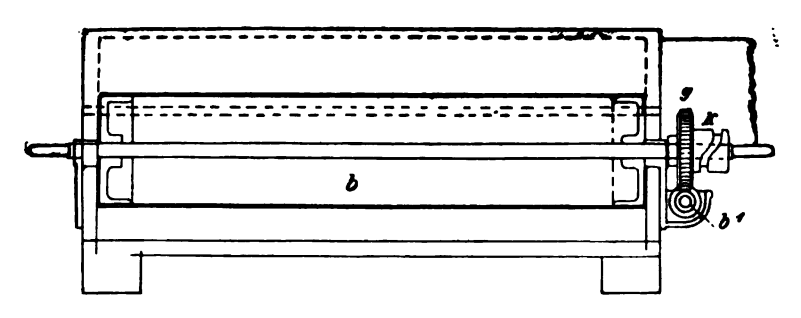


Fig. 86.

ein wenig vorspringenden Enden der Hebel *m*, welche zu beiden Seiten des Gestelles *B* um Zapfen m^1 drehbar gelagert sind und an ihrem anderen Ende die quer vor dem anderen Ende der Siebtrommeln liegende Traverse *n* tragen, in welcher

entfernt werden. Die Walzen können je nach Bedürfnis gekühlt oder erwärmt werden. Auf nachfolgenden Zeichnungen zeigt Fig. 84 einen Längsschnitt, Fig. 85 den Grundriss und Fig. 86 einen Querschnitt durch die Walze *b*.

In der die Zellstoffmasse zum Sandfang führenden Rinne *A* ist eine Schlägerwelle *a* angeordnet, welche mit einer Haube *d* überdeckt ist. Der Zellstoff fliesst aus dem Zuführungskanal über den Überfall *e* zu der Schlägerwelle *a*, welche den Zellstoff so peitscht und schlägt, dass Schaumblasen entstehen, in denen sich die Harzteilchen ansammeln. Hinter der Schlägerwelle fliesst der Zellstoff über die Querwand *f*, hinter welcher der Schaum verschwindet und ein feines, auf dem Zellstoff schwimmendes Harzhäutchen zurücklässt, das von einer Walze *b*, welche in die Flüssigkeit eintaucht und sich entgegengesetzt zur Stromrichtung langsam dreht, aufgenommen wird, indem die das Häutchen bildenden Harzteilchen an der Unterfläche der Walze *b* hängen bleiben. Die Harzteilchen werden dann oberhalb der Flüssigkeit durch einen auf der Walze schleifenden Schaber *s* entfernt. Der Schaber *s* ruht auf einer Achse s^1 und ist am hinteren Ende mit einer Rinne s^2 zur Aufnahme der Harzteilchen versehen. Er erhält ausserdem durch einen Hebel *h* und eine Kurvennut *K* eine hin- und hergehende Bewegung, wodurch das Abnehmen der Harzteilchen erleichtert wird. Die Kurvennut *k* ist in die Nabe eines Schneckenrades *g* eingearbeitet, das auf der Welle der Walze *b* sitzt und seine Drehung von einer Schnecke g^1 empfängt. Die Walze *b* befindet sich bereits über den ersten Querleisten *i* des Sandfanges. Sofern es wünschenswert erscheint, können auch mehrere derartige Walzen *b* hinter einander angeordnet werden. —

Eine Maschine zu demselben Zweck ist der P. Z. 1895 Seite 123 beschriebene und nachstehend abgebildete „Quirl" von Carl Ziegelmeyer. Dieselbe besteht aus einem cylindrischen Mantel, an welchem eine Anzahl von Schlagstiften *f*, je 4 in einer Ebene, festgeschraubt sind, zwischen welchen sich die auf die senkrechte Welle *g* gekeilten Stifte *i* bewegen. Die Zahl der Schlagstifte kann beliebig vermehrt oder vermindert werden. Die Welle sitzt in einem Spurlager *h* und trägt das Schwungrad *n*, die beiden Stopfbüchsen d_2 und e_2 sind Teile der den Cylinder nach oben und unten abschliessenden Deckel. Der Antrieb erfolgt durch Leer- und Festscheiben *m* und Kegelräder *j k*.

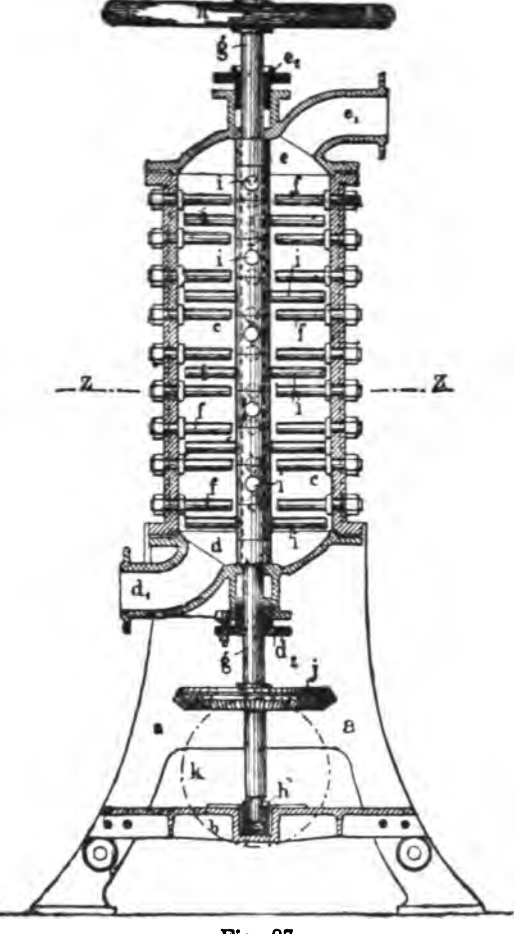


Fig. 87.

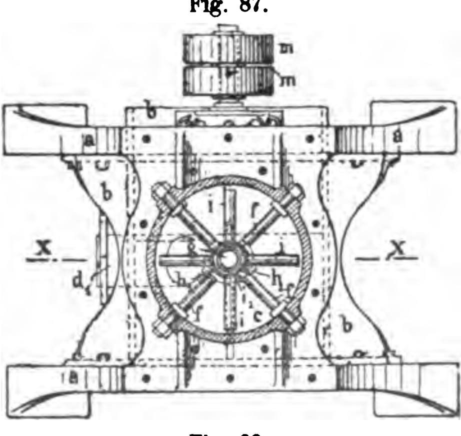


Fig. 88.

Die beiden Ständer *a* des kräftigen Gestelles sind durch eine Platte *b*, welche das schonerwähnte Spurlager *h* trägt, mit einander verbunden. Der mit Wasser angerührte und verdünnte Stoff wird von einer Pumpe durch Stutzen d_1 in den unteren Teil *d* des Cylinders gedrückt, auf seinem Wege nach oben durch die Schlagstifte zerteilt und fliesst aus dem oberen Teil *e* durch Stutzen e_1 ab. Durch die beschriebene Anordnung der Stifte entsteht im Innenraum *c* des Behälters eine quirlende Bewegung, welche die Fasern zerteilt, die harten Teile iedoch unverändert lässt. Da der Behälter geschlossen ist und in demselben Überdruck herrscht, ist der Stoff während seines Durchganges sowohl von äusseren Verunreinigungen als auch vor Schmieröl geschützt.

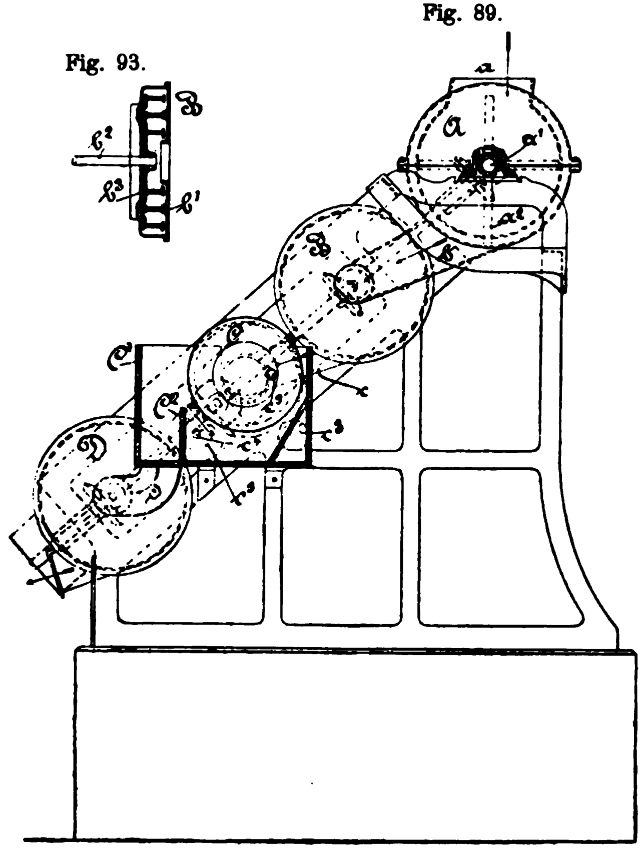
Ein „Quirl“, dessen Cylinder 1,2 m Höhe und 0,4 m Durchmesser hat, genügt zum Auflösen von etwa 5000 kg Zellstoff trocken ge-

kocht, in 24 Stunden und beansprucht nur 1,5 qm Bodenfläche. Der Kraftbedarf ist 2—3 Pferdestärken. Der Quirl hat sich bei Natron- sowie Sulfitzellstoff-Fabriken seit 8 Jahren bewährt. —

Die schon erwähnte Firma **Eisengiesserei und Maschinenfabrik** (vorm. **Götjes & Schulze**) in **Bautzen** baut zum Aufschliessen und Zerfasern von Zellstoff die in folgenden 5 Figuren veranschaulichte patentierte Maschine. Bei derselben

Fig. 89.

Fig. 93.



erfolgt nach einem Erweichen des Stoffes und einem Vermahlen desselben behufs Absonderung der Äste die Entfernung der letzteren, sowie der ungenügend gekochten Teile und anderen Unreinigkeiten und Beimischungen in einer besonders eingerichteten Siebtrommel, worauf der Stoff in einer oder mehreren Schleudermühlen feingemahlen wird. Unter Feinmahlen ist hierbei die vollständige Auflösung der Faserbündel, nicht etwa ein Zermalmen der Fasern zu verstehen.

Fig. 90. Fig. 91.

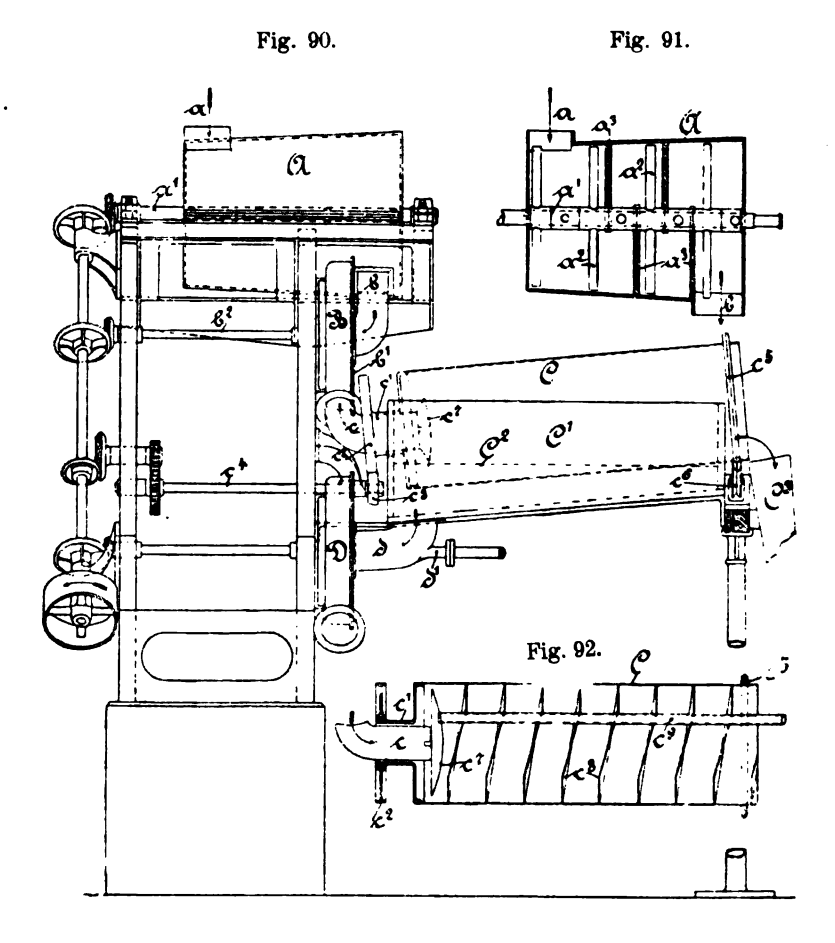


Fig. 92.

Fig. 89 ist eine Seitenansicht mit teilweisem Schnitt. Fig. 90 eine Kopfansicht der Maschine. Die Figuren 91 92 93 stellen Einzelheiten dar. Der dem Kocher entnommene Stoff wird der Maschine bei *a* übergeben. Er gelangt in die Trommel *A*, in welcher eine Welle a^1 mit Schlagstiften a^2 kreist (Fig. 91) die aus Bronze oder einem anderen säurebeständigen Material gefertigte Trommel *A* erweitert sich vom Eintritts- nach dem Austrittsende hin um ein Weniges. Durch die schlagende und schleudernde Wirkung der Stifte a^2 werden die Faserbündel erweicht und gelockert. Durch gegen einander versetzte, den Trommelquerschnitt zum Teil versperrende Zwischenwände a^3 kann dem Stoff ein Zickzackweg durch die Trommel vorgeschrieben werden, wodurch der Lauf des Stoffes verzögert und die Bearbeitung durch Welle *a* durchgreifender wird.

Nachdem der Stoff bei b die Trommel A verlassen, wird er in einem breiigen Zustand dem Zentrum der Schleudermühle B zugeführt. Bei derselben, welche von bekannter Einrichtung ist (Fig. 92) steht der festen Scheibe b^1 die auf der Achse b^2 sitzende, kreisende Scheibe b^3 gegenüber; beide Scheiben sind mit Schlagstiften vierkantigen Querschnitts besetzt. Die Aufgabe dieser Schleudermühle ist das Vormahlen des Stoffes im Gegensatz zu dem später zu beschreibenden Feinmahlen. Dasselbe hat den Zweck, die in A begonnene Erweichung und Lockerung bis zur Zerteilung der Faserbündel fortzusetzen, vor allem aber den Stoff in einen Zustand zu bringen, in welchem sich die Äste und sonstigen Unreinheiten oder Beimischungen, ohne zermahlen zu werden vom Zellstoff trennen.

Diese Abscheidung der Äste u. s. w. wird vollzogen in einer Siebtrommel C, in welche der Stoff durch das vom Umfang von B ausgehende Knierohr c übertritt.

Der linksseitige hohle Zapfen c^1 der Trommel trägt eine Scheibe c^2, mit welcher das linke Trommelende auf den Reib- bezw. Laufrollen c^3 ruht, von denen eine auf die antreibende Achse c^4 gekeilt ist. In ähnlicher Weise ist das rechte Trommelende mit einer Scheibe c^5 von keilförmigem Profil auf eingekehlten Laufrollen c^6 gelagert. Wie Fig. 90 erkennen lässt, nimmt die Trommelachse eine schräge Lage ein, und zwar ist dieselbe gegen das links befindliche Eintrittsende hin gesenkt. Bis zum Austrittsende hin taucht der Siebmantel in einem mit Wasser und Stoff gefüllten Trog c^1, in welchem der Flüssigkeitsstand durch den Überfall c^2 bestimmt wird. Das Knierohr c ist im Trommelinnern durch eine Kappe c^7 derart abgedeckt, dass der Stoff nicht der Achsrichtung nach durch die Trommel hindurch geschleudert werden kann, vielmehr in radialer Richtung aus c austreten muss. In den Trommelmantel ist ein Schneckengang c^8 eingesetzt; (Fig. 93) durch ein Rohr c^9 kann nach Bedarf Wasser eingespritzt werden.

Indem nun der durch Rohr c in die Siebtrommel eingeleitete Stoff durch c^8 langsam weiter bewegt wird, treten die genügend aufgelösten Bestandteile durch den Siebmantel in das Wasser über, während die Äste und dergleichen von der Schnecke c^8 mitgenommen werden. Die Lage der Trommelachse zum Wasserspiegel bewirkt hierbei, dass die Äste zunächst schwimmend erhalten werden, um den Durchgang der Stoffteile nach C^1 nicht im Wege zu sein; erst gegen das Trommelende

hin gelangen sie an den Trommelmantel und werden durch die Schnecke in den Abführungsschlot C^3 befördert. In C^1 befinden sich nun ausser dem reinen Stoff diejenigen schweren Unreinigkeiten, welche durch den Siebmantel dringen; diese sinken zu Boden, während der Stoff über C^2 durch das Knierohr *d* in die Schleudermühle *D* zum Feinmahlen, d. h. zum vollständigen Zerfasern gelangt. Durch das Rohr d^1 kann dieser Schleudermühle Wasser zugeleitet werden, falls dies erforderlich werden sollte. Die innere Beschaffenheit derselben entspricht derjenigen der bereits beschriebenen Schleudermühle *B*, was aber nicht ausschliesst, dass auch Schleudermühlen von anderer geeigneter Brauchbarkeit angewendet werden. An die Schleudermühle *D* können sich noch eine oder mehrere Schleudermühlen anschliessen.

Ebenfalls auf dem Prinzip des Ausschleuderns beruhend haben Hagemann & Comp. in Ludwigshafen a. Rh. eine patentierte Nassschleudermühle mit Umlaufgefäss zur Auflösung von Zellstoff nach dem Kochen gebaut. P.-Z. 94. Seite 3310. Diese Schleudermühle ist über einem senkrechten cylindrischen Rohre *g* angeordnet, dessen oberer Rand zu einem ringförmigen, geschlossenen Kasten *c* ausgebildet ist, von welchem der Deckel zugleich den feststehenden Stiftenkranz der Schleudermühle darstellt. Die Welle *l*, welche die obere, rotierende Stiftenscheibe *f* trägt, und deren Achse mit derjenigen des Rohres *g* zusammenfällt, durchsetzt den Boden des Umlaufgefässes und ist als von unten angetrieben gedacht. Die Stifte *d* des feststehenden Kranzes sind mit einer beinahe bis zur Spitze reichenden, axialen Bohrung versehen, welche mit dem ringförmigen Kasten *c* kommuniziert. Dieser steht durch ein Rohr *b* mit der Wasserleitung in Verbindung, aus welcher das Wasser unter Druck in die Bohrungen der Stifte *d* gelangt. Aus diesen spritzt das Wasser nun durch kleine, auf die ganze Länge der Stifte verteilte Löcher gegen die Stifte *e* der sich drehenden Scheibe *f*. Um das Wasser zu verhindern, gleich an der Fläche der Scheibe *f* nach aussen zu gelangen, ist es vorteilhaft, über den Stiftenkränzen der festen Scheiben, also über der Austrittsstelle des Wassers, Hohlkehlen in die bewegliche Scheibe *f* einzudrehen, wodurch das Wasser sicher nach unten abgelenkt und zwischen die Stifte geführt wird. Diese zerstäuben das Wasser bei genügend hoher Umdrehungszahl und schleudern es mit grosser Gewalt tangential fort, wobei es, ähnlich wie bei

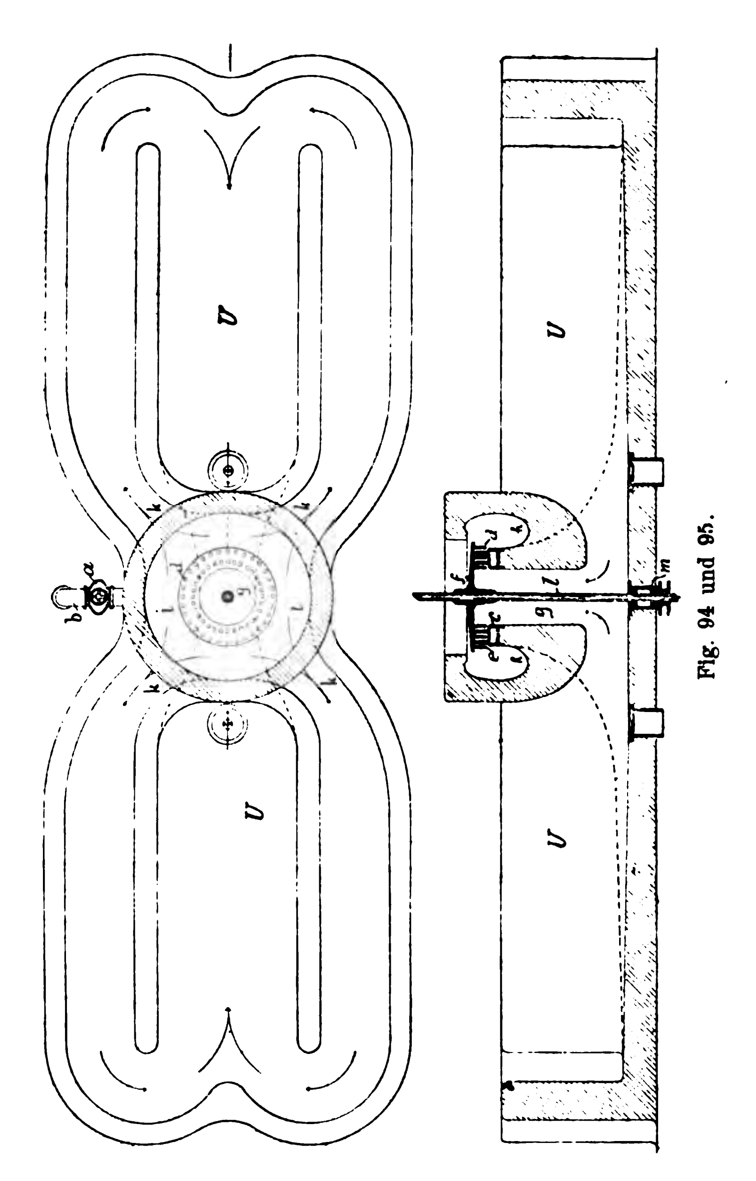


Fig. 94 und 95.

den bekannten Streudüsen, saugend wirkt. Der in dem Rohre *g* nur wenig unter dessen Oberkante stehende Stoff wird daher angesaugt, der Schleudermühle zugeführt und durch dieselbe zerfasert und gemischt. Den von der Schleudermühle nun mit grosser Gewalt ausgeworfenen Stoff lässt man vorteilhaft an eine konzentrisch angebrachte Wandung schleudern, wobei er eine weitere Zerfaserung erleidet. Von dieser Wand fliesst der

Stoff dann direkt oder auch durch eine Rinne oder einen Kanal in ein geeignetes Gefäss, welches mit dem unteren Ende des Rohres *g* in Verbindung steht. Auf diese Weise wird ein Kreislauf erzielt, welcher es ermöglicht, den Stoff so oft durch die Schleudermühle gehen zu lassen, bis der gewünschte Grad der Gleichförmigkeit erreicht ist.

Soll der Stoff gleichzeitig gewaschen werden, wie dies bei der Auflösung von Zellstoff immer erwünscht ist, so giebt man dem Stoffumlaufgefäss zweckmässig die Form eines Holländertrogs, in welchem dann die Waschtrommeln in bekannter Art angebracht werden. Beim Waschen kann man das Wasser beständig durch die unteren Stifte der Schleudermühle zuströmen lassen. Handelt es sich dagegen nur um Zerfaserung oder Mischung des Stoffes, so lässt man nur so lange Wasser durch die Stifte fliessen, bis der Stoff angesaugt ist und schliesst dann den Wasserzufluss ab.

Die beschriebene Schleudermühle ist mitten in einem doppelten Holländertroge *U U* angeordnet. Der Holländertrog und Gehäuse der Schleudermühle sind in Cementbeton oder auch in Monierbauart ausgeführt gedacht, und nur die arbeitenden Teile und Ventile u. s. w. müssen in Metall ausgeführt werden.

Ist das Umlaufsgefäss *U* genügend mit Stoff gefüllt, so öffnet man den Schieber *a*. Es tritt nun das Wasser aus der Rohrleitung *b* in den ringförmigen Kasten *c* und aus diesem in die Stifte *d*. Aus diesen spritzt das Wasser durch die schon erwähnten kleinen Löcher gegen die Stifte *e* der rotierenden Scheibe *f*, welche dasselbe zerstäuben und fortschleudern; der hierdurch angesaugte Stoff steigt in dem Rohr *g* auf, durchläuft die Schleudermühle und wird gegen die Wandungen des Ringkanals *h* geschleudert. Aus diesem Kanal, auf dessen Sohle vier Sättel *i* zur gleichmässigen Verteilung des Stoffes gebildet sind, fliesst letzteres durch die vier Öffnungen *k* in die äusseren Abteilungen der dreiteiligen Holländertröge. Die eingezeichneten Pfeile deuten den weiteren Umlauf des Stoffes an, bis dieser wieder zur Schleudermühle gelangt.

Eine einfache Einrichtung zum Trennen bes Zellstoffes von Ablauge haben sich George Seiler und Franklin Emig in Spring Force, Pennsylv, patentieren lassen, (Amerik. Patent Nr. 514780) und beschreiben dieselbe wie folgt:

Um den Zellstoff ohne Verwendung von Waschwasser möglichst vollständig von der Ablauge zu trennen, leitet man

zu diesem Zweck den aus dem Kocher kommenden mit Lauge getränkten Zellstoff in den Trichter *B*, aus welchem er nach Öffnung eines Schiebers auf ein endloses durchlässiges Band *c*,

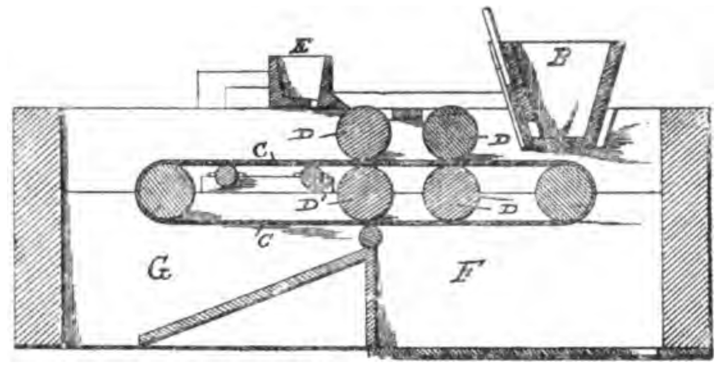


Fig. 96.

beispielsweise ein Sieb, fällt, welches ihn durch ein oder mehrere Paar Presswalzen *D D* führt, und dann in trockenem Zustande in den Raum *G* befördert. In diesem Raum wird er mittelst Wasser, welches durch den Kanal *e* eingeführt wird, soweit verdünnt, dass er zur weiteren Verarbeitung an irgend einen Ort gepumpt werden kann. Die Ablauge sammelt sich, ohne durch Wasser irgendwie verdünnt zu werden, in der Abteilung *F*.

Behufs Auflösung des gekochten Zellstoffs hat sich Karl Kellner unter Amerik. Patent-Nr. 489079 nachstehend beschriebene Maschine schützen lassen.

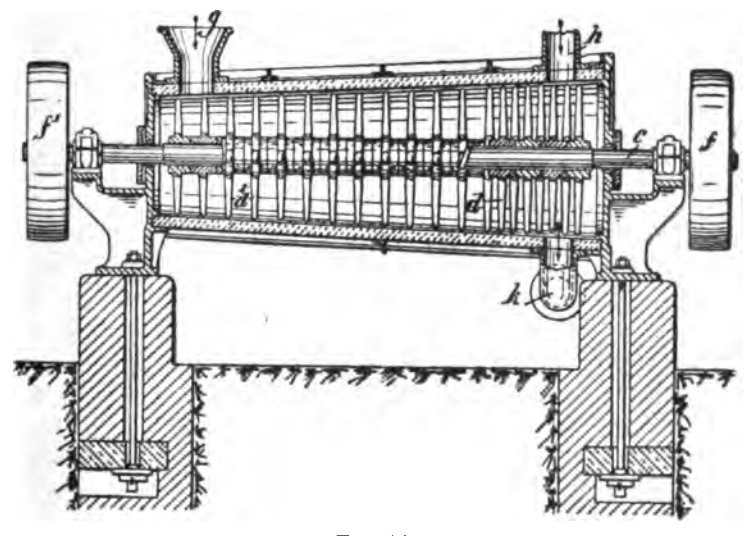


Fig. 97.

Durch diese Erfindung soll vermieden werden, dass die beim Kochen unzersetzt gebliebenen Aststückchen zerkleinert werden und mit in das Papier gelangen. Das Gehäuse der Maschine ist, wie aus Fig. 98 ersichtlich, im Querschnitt annähernd elliptisch und derart kegelförmig, dass es sich von demjenigen Ende, an welchem der Zellstoff eingeführt wird, (bei *g*) nach dem anderen Ende hin erweitert. Die Auflösung des Zellstoffs wird mit Schlägern *d* und d_1 bewirkt, welche zu je 4 an auf den Axen *c* und c_1 gekeilten Naben befestigt sind, bezw. mit diesen Naben je aus einem Stück bestehen. Die Schläger der einen Axe gehen durch die Zwischenräume der Schläger auf der anderen Axe, ohne dieselben zu berühren, so dass die Aststückchen unzerkleinert bleiben. Entsprechend der kegelförmigen Gestalt des Gehäuses, werden die Schläger von dem einen Ende des Gehäuses zum anderen länger. Um die Entleerung zu erleichtern, ist gegenüber dem Austrittsrohr *k* ein Rohr *h* angebracht, durch welches Wasser eingeführt wird. Der Zellstoff wird in Form eines dicken, halbtrockenen Teiges eingeführt. Die beiden Wellen *c* und c_1 werden mit Hilfe von Riemenscheiben *f* und f_1 in entgegengesetzter Richtung angetrieben.

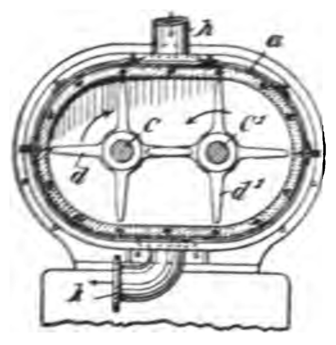


Fig. 98.

Eine andere Vorrichtung zum Zerfasern von gekochtem Holz und Trennen von Aststückchen vom Stoffe ist die von Philipp Dietz in Cöthen (D. R. P. Nr. 67197).

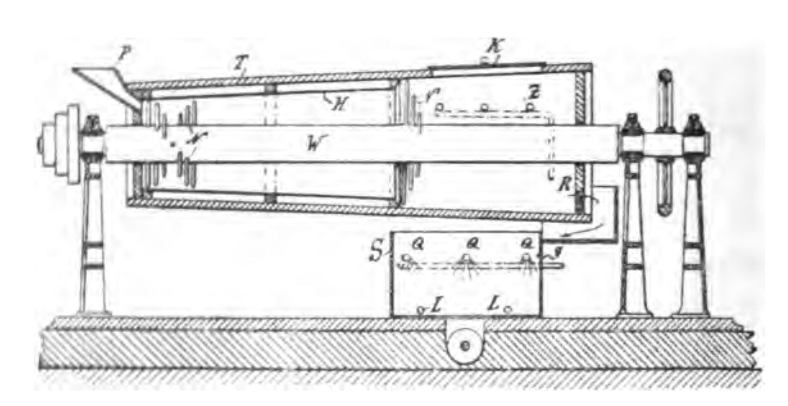


Fig. 99.

Die Vorrichtung besteht im Wesentlichen aus der nach einer Seite geneigten konischen Trommel *T*. Dieselbe besitzt dort, wo ihr Durchmesser am kleinsten ist, die Einlassöffnung *P* für das gekochte Holz; am andern Ende, also dort, wo der Durchmesser am grössten ist, befindet sich der Auslauf *R* für den breiigen Stoff, sowie eine Reinigungsklappe *K*. Der engere Teil der Trommel ist mit einem Polster oder einem Überzug *H* von Gummi, Filz oder einem anderen Stoff versehen. In dem weiteren Teil der Trommel sind 3 kupferne Wasserzuführungsröhren *Z* angebracht.

An der Trommelwelle *W* sind Speichen *N* schrauben- oder schneckenförmig angeordnet; letztere sind samt der Welle mit einem Polster von Gummifilz oder einem andern Stoff derart überzogen, dass zwischen der Trommelbekleidung und dem Ende der Speichen noch ein freier Raum bleibt. Bei dem Auslauf *R* sind verstellbare Überfallleisten angebracht; um ein Stauen des Stoffes zu ermöglichen. Ferner ist behufs weiterer Zerfaserung ein Vorsortierkasten *S* mit den Spritzrohren *Q* und den Ablassöffnungen *L* angeordnet.

Das gekochte Holz, welches vom Kocher oder Lagerraum nach dem Einwurf *P* geschafft wird, wird in demjenigen Teil der Trommel, in welcher sich die Polsterung *H* befindet, trocken verarbeitet. Sowohl durch letztere, als auch durch die Polsterung der Welle und der Speichen, wird das Zerschlagen der harten Holzteile und der Äste verhindert.

Die Speichen *N* schaffen den Stoff in der Weise weiter, dass jede den Stoff an die nächste weiter giebt. Um die Tourenzahl der Speichenwelle rasch wechseln zu können, werden Stufenscheiben angewendet. Während in der oberen engeren Hälfte der Trommel die weich gekochten Teile von den Ästen abgetrennt werden, werden in dem unteren nassen Teile die Flocken vollständig zerfasert und aufgelöst. Der Stoff tritt allmälig über den Überfall und erhält alsdann einen starken Wasserzusatz. In dem Vorsortierkasten *S* lagern sich zunächst die Äste, sowie ungekochte Holzteile und andere Beimengungen ab. Nachdem die etwa noch an den Ästen haftenden Fasern, durch die Spritzrohre entfernt worden sind, ehe jene sich zu Boden legen können, gelangt der Stoff schliesslich auf ein Gerinne oder einen Sandfang bekannter Bauart.

Nachdem schliesslich die einzelnen Rollen in gutes Packpapier eingeschlagen und verschnürt, oder sonstwie verpackt worden

sind, ist das Fabrikat versandtfertig und man hat nur darauf zu achten, dass vor der Verpackung genügende Proben genommen werden, um den Trockengehalt, der bei der Versendung von Waren in feuchtem Zustande eine grosse Rolle spielt, und oft zu Differenzen Veranlassung giebt, möglichst genau festgestellt werden kann.

Die Verarbeitung von feuchter Cellulose ist für den Papierfabrikanten sehr bequem. Neuerdings aber haben sich die meisten Cellulosefabriken noch Trockenzylinder angeschafft und dadurch die Entwässerungsmaschine zu einer richtigen Papier-

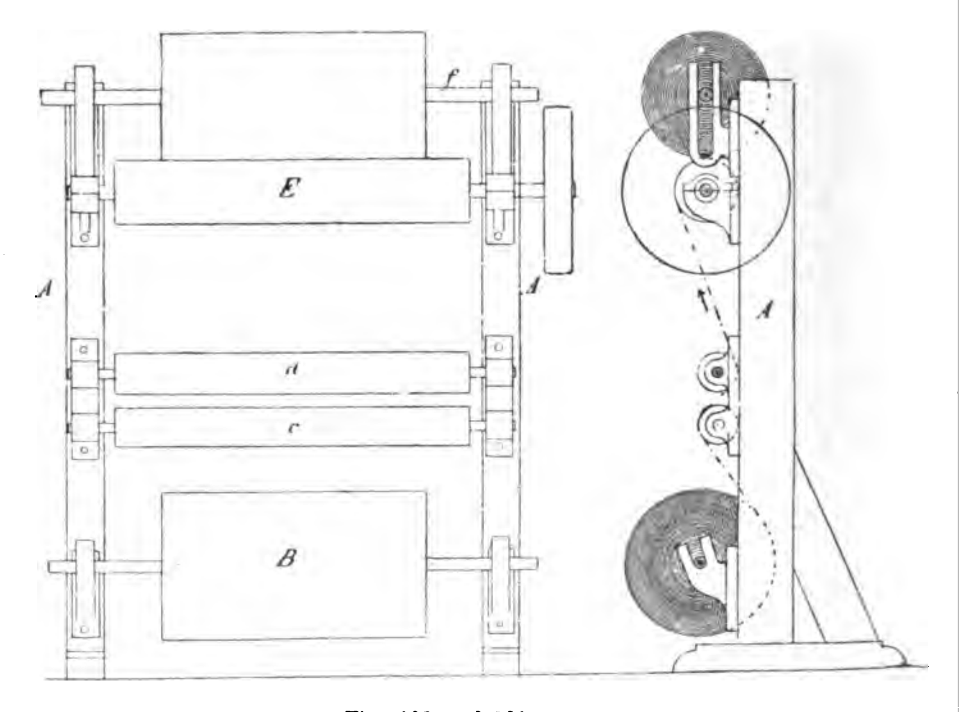


Fig. 100 und 101.

maschine nahezu ausgebildet, um absolut trockene oder nahezu trockene Ware von 80—90% Trockengehalt herstellen zu können und dadurch an den Frachten zu sparen oder im stande zu sein, die Cellulose auf weitere Entfernungen noch mit Vorteil zu verkaufen. Glücklicher Weise hat das Trocknen keinen zu grossen Nachteil für den Papierfabrikanten, obgleich die Faser etwas an Festigkeit verlieren soll; sie löst sich aber leicht

in Wasser auf und bietet den Vorteil, dass die Aufbewahrung beliebig lange erfolgen kann, ohne dass man das Entstehen von Stockflecken befürchten müsste, die besonders bei feuchtem Strohstoff leicht auftreten.

Manche Fabriken, welche die Cellulose feucht versenden und auf besonders reines Fabrikat für ihre Kunden sehen müssen, lassen nach dem fertigen Aufrollen noch eine Sortierung dadurch vornehmen, dass auf einem kleinen Apparate, den Fig. 100 und 101 zeigt, ein nochmaliges Abrollen und Wiederaufrollen erfolgt: Ein aufrechtstehendes Holzgestell *A* trägt verschiedene Lager; in die unteren wird eine Welle eingelegt, auf welche die zu sortierende Cellulosenrolle *B* gesteckt ist; darüber liegen 2 Leitwalzen *c* und *d* und weiter oben eine stärkere Holzwalze *E*, (200 Millimeter Durchm.) welche von der Transmission aus durch einen Riemen langsam (8 T. p. M.) gedreht wird. Darüber sind noch 2 gabelförmige Schlitzlager angebracht, in welche die Welle eingelegt wird, auf welche sich die sortierte Cellulose aufwickeln soll. Hat man unten eine Rolle von Cellulose eingelegt, die Cellulose über die Leitwalzen und die Holzwalze *E* hinweggeführt und um die Welle *f* geschlagen, so wird oben ein Aufwickeln beginnen, die in der Regel 1 Meter breite Cellulosebahn sich in der Richtung des Pfeiles langsam aufwärts bewegen und die Rolle *B* nach und nach abgewickelt werden. Auf beiden Seiten des Gestelles stehen Mädchen, die jede Unreinheit oder grössere Splitter während des Ganges mit den Fingern herauszupfen. Wenn die Mädchen Achtung geben, ist das Resultat der Sortierung ein gutes, jedoch die Ausgabe an Arbeitslohn nicht gering, da stets mehrere Sortiergestelle notwendig sind (für jeden Kocher ungefähr 3 Stück) und auch der Stoffverlust 15% beträgt, der natürlich später zu zweiter Sorte wieder mit verwendet wird.

Alle diejenigen Zellstoff-Fabriken, welche für den Export arbeiten, sind genötigt, die trockenen Zellstoffpappen zu durchlöchern, damit dieselben von den Steuerbehörden nicht als wirkliche Pappe angesehen und als solche höher verzollt werden. Früher half man sich dadurch, dass unter dem Siebe ein Rohr angebracht wurde, durch welches periodische starke Spritzwasserstrahlen von unten die Stoffmasse durchdrangen. Dadurch bildeten sich aber leider um die Durchlöcherungen starke Ränder, welche beim Auspressen ungleichmässigen Trockengehalt verursachten.

Da die Behörde jetzt regelmässige Durchlöcherungen verlangt, so sind verschiedene, entsprechende Apparate konstruiert worden.

„Pap-Zeit." 1895 Seite 339 ist ein solcher beschrieben und abgebildet, welchen die Kühnle sche Maschinenfabrik in Frankenthal baut und welcher patentiert ist.

Die Vorrichtung dient zum Lochen der Pappenbahn auf der Entwässerungsmaschine in solcher Weise, dass der Zellstoff von den Zollbehörden nicht als Pappe angesehen werden kann. Die Stempel und Gesenke, welche auf einem um eine Axe schwingenden Gestell angeordnet sind, folgen der fertigen trockenen Stoffbahn während des Lochens und kehren dann sofort wieder in die Anfangsstellung zurück.

Als Vorteile der Einrichtung werden hervorgehoben:

1. Tadellose Perforierung, d. i. Nichtbeeinträchtigung des guten Aussehens des Stoffes durch die Lochung.
2. Schonung der teuern Transportsiebe gegenüber dem Spritz- und anderen Verfahren.
3. bequeme Anbringung der Vorrichtung an jeder Maschine.

Eine bedeutend einfachere Vorrichtung zum Lochen für Zellstoffpappen ist die von H. Füllner in Warmbrunn. Eine obere Walze ist mit Stiften versehen, welche in entsprechende Löcher der unteren Walze passen und ebensoviel Löcher in die Pappenbahn schneiden. Die Stifte sind auf der Aussenfläche abgeschrägt, damit sie annähernd einen Scheerenschnitt machen und nicht durchdrücken. Ein auf der oberen Walze liegender Schaber hält etwa anhängende Fetzen zurück, nimmt erforderlichen Falls die Bahn bequem ab und ist mit Einschnitten versehen, welche die Stifte durchlassen.

Die obere Walze, welche eingesetzte Stifte aus naturhartem Stahl trägt, ist aus Gusseisen, die Gegenwalze mit Löchern dagegen aus Stahlrohr angefertigt, damit die Kanten der Löcher Stahlschneiden bilden, die mit den Stahlstiften zusammen arbeiten. Der Locher kann so eingerichtet werden, dass alle 4 Seiten der Stifte schneiden und die ausgestossenen Stückchen Zellstoffpappe in den Hohlraum der unteren Walze fallen; hier sammeln sie sich so lange an, bis sie nach den Enden gedrückt werden, wo sie durch je 4 runde Löcher in darunter stehende Holzkästen fallen.

Wenn die ausgeschnittenen Zellstoff-Quadrate an der Zellstoffbahn hängen bleiben sollen, so lässt man nur 3 Seiten der

Stifte schneiden, so dass die Stückchen an ihrer Rückseite mit der Bahn verbunden bleiben. Dann wird die Bahn unter einem Streichbrett durchgeführt, welches die Stückchen zurücklegt, und in solcher Weise von Walzen an die Trockenzylinder gepresst, dass die zurückgelegten Stückchen sich an die Bahn schliessen und die Löcher ganz frei lassen.

Der Locher wird meist zwischen Pressen und Trockner in die Papiermaschine eingeschaltet.

Viele Fabriken verkaufen einen Teil ihrer Produktion in gebleichtem Zustande und behandeln da die Cellulose bis zum Aufwickeln, respektive Sortieren, in derselben Weise, wie vorhin beschrieben. Es kommt dann nur ein gewöhnlicher Bleichholländer noch nachträglich zur Benutzung. Man nimmt denselben möglichst gross, von wenigstens 300 Kilo Stoffinhalt, lässt denselben zunächst nahezu voll Wasser, wärmt dieses durch Dampf an und lässt dann aus einem neben dem Holländer stehenden Holzkasten, der genau die Menge des nötigen, zuzugebenden Chlorwassers fasst (auf obiges Quantum Stoff 1/2 Cbmtr.) das Chlor in den Holländer hinein. Nun erst wird mit dem Eintragen des Stoffes, der in Rollen aufgewickelten feuchten Cellulose begonnen. In 3 Stunden ungefähr ist der Bleichprozess vollendet, es erfolgt noch ein Auswaschen, was eine Stunde in Anspruch nimmt und dann kann die gebleichte Cellulose in die Stoffbottiche gelassen werden, von wo sie auf die schon erwähnte Entwässerungsmaschine gelangt und wieder in Rollen aufgewickelt wird.

Seit mehreren Jahren wird besonders zum Bleichen von Zellstoff ein Holländer mit Vorliebe benutzt, der von der gewöhnlichen Form abweicht, aber höchste Wirksamkeit besitzt, da er innigste und schnellste Vermischung des Stoffes mit dem Bleichwasser hervorbringt und damit grösste Sauberkeit vereinigt. Es ist der von dem Maschinenfabrikanten Emil Nacke in Coswig i. S. gebaute und ihm patentierte Wasch- und Bleichholländer, der in grossen Dimensionen: 9 m Länge und 4 1/2 m Breite im Lichten, ausgeführt wird und 1400 kg trockenen Stoff fasst.

Die Bewegung und Mischung des Stoffes erfolgt hier nicht von einer Schaufelwalze aus, sondern durch ein 650 mm Durchmesser habendes turbinenartiges Rad, welches sich am Boden befindet, 200 Umdrehungen pro Min. macht, und von unten durch einen Riemen angetrieben wird, so dass man von dem Bewegungsmechanismus überhaupt nichts sieht. Durch dieses

Rad wird der Stoff vollständig geräuschlos und ohne jedes Schlagen und Spritzen herum bewegt. Der Zug desselben ist ein so starker, dass ein Sitzenbleiben des Stoffes in den Ecken vollkommen ausgeschlossen und der Gebrauch des Rührscheites überflüssig ist. Der Stoff kommt in dem Holländer ausser mit den Wänden, die mit weissen Fliessen belegt sind, nur mit Phosphorbronze und Glas in Berührung, welche Materialien gegen Säure und Chlor äusserst widerstandsfähig und dabei sehr reinlich sind. Aus Phosphorbronze ist das Rad *f*, welches sich über der Bronzeplatte *a* dreht, und aus Glas sind die Tafeln *b*

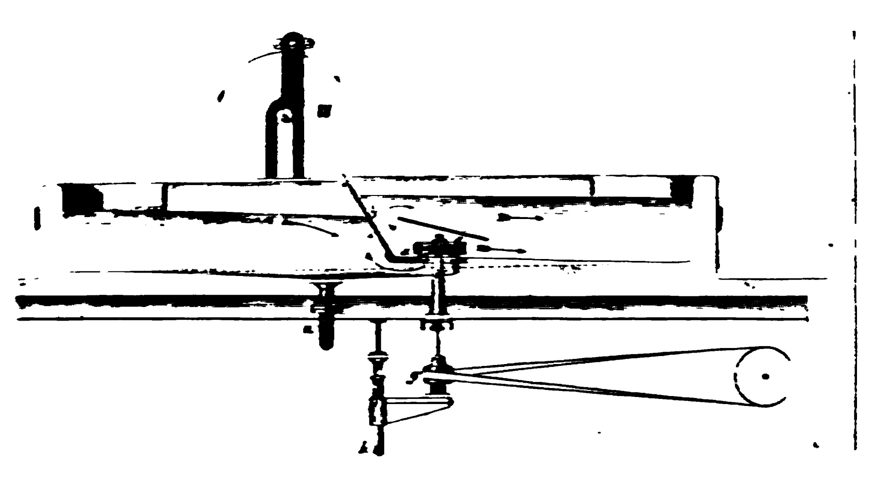


Fig. 102

und *c*. Der im Holländer nach dem Flügelrade zu sich bewegende Stoff wird von der schrägen Glasplatte *b* nach unten abgelenkt, dann wie die Pfeile zeigen, vom Flügelrad abgesaugt und tritt nach Durchgang durch das Rad am Anfang desselben in fächerförmig ausgebreiteten Strömen aus. Der nach vorn zu aus dem Flügelrade tretende Stoff erzeugt hierbei einen starken Unterstrom dicht am Boden des Holländers, durch welchen jedes Ansetzen von Stoff am Boden und in den Ecken verhindert wird. Der nach der Glasplatte *b* zu austretende Stoff wird von dieser und der Glasplatte *c*, wie die Pfeile zeigen, ebenfalls nach vorn abgelenkt und bildet vereint mit dem Unterstrom den starken Zug dieses Holländers. Der Niveauunterschied des Stoffes vor und hinter der Platte *b* beträgt $^3/_4$ Meter und gerade dadurch wird mit der lebhafte Zug des Holländers bedingt. Die

Mischung, welche der Holländer bewirkt, ist bereits nach einmaligem Durchgange eine vollkommene, so dass Chlorwasser, welches an einer Stelle eingeleitet wird, nach nur einmaligem Durchgange durch das Flügelrad ganz gleichmässig mit dem Stoffe gemischt ist. In ebenso gleichmässiger Art geschieht die

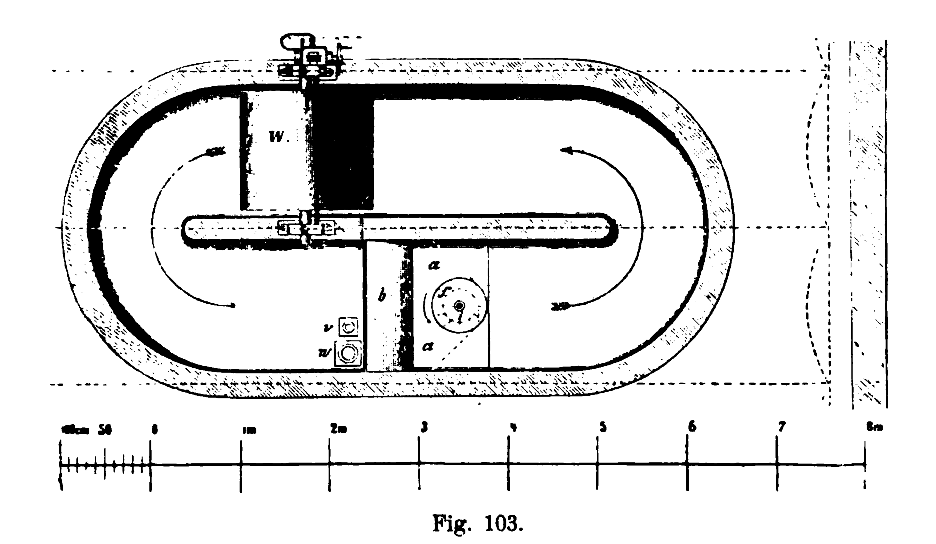


Fig. 103.

Erwärmung des Stoffes durch einen eingeleiteten Dampfstrahl; die Temperatur des Stoffes nimmt hierbei selbst in dem grössten Holländer überall um gleich viel zu, so dass man die für den Bleichprozess günstigste Temperatur genau herstellen kann, ohne dass ein Teil des Stoffes um den Bruchteil eines Grades darüber oder darunter erhitzt wird.

Der Nackesche Holländer hat innerhalb des Troges keine versteckten Ecken und Winkel, jede Stelle desselben liegt dem Auge vollkommen frei, nachdem der Stoff abgelassen ist. Es ist dies in Verbindung mit dem reinlichen, säure- und chlorfesten Material des Holländers ein wichtiger Vorzug, wo es sich um Herstellung reinster Stoffe handelt.

Da der Holländer auch zum Waschen benutzt wird, so benutzt Nacke auch eine Waschtrommel, aber nicht die gebräuchliche, sondern eine Saugwaschtrommel eigenen Systems, die so leicht geht, dass sie keine besondere Betriebskraft braucht, sondern durch die Bewegung des Stoffes umgetrieben wird. Damit fallen auch die Zahnräder und Riemen mit ihren Unbequemlichkeiten und Unreinheiten weg. Diese Waschtrommel

wäscht ferner auch weit energischer, als die gewöhnliche Schöpfwaschtrommel und hat vor dieser die weiteren Vorzüge, dass die Siebüberzüge mehr als 2 mal so lange halten und der Faserverlust beim Waschen ein weit geringerer ist.

Die Einrichtung ist folgende: Die Waschtrommel, ein mit feinem Siebüberzug versehener einfacher Cylinder, dreht sich lose auf einer hohlen, feststehenden Welle, an welcher im Innern der Trommel 3 nach unten gerichtete und unten offene, in das Wasser eintauchende Saugrohre sitzen und da die hohle Welle feststeht, auch diese Saugrohre stets ihre nach unten gerichtete Stellung beibehalten. Ausserhalb der Holländerwand ist noch ein längeres Füllrohr an der hohlen Welle angeschraubt, welches in einem Kasten eintaucht, in diesem befindet sich eine Scheidewand von regulierbarer Höhe, welche die Stärke des Ablaufes zu regulieren gestattet. Je tiefer der Überfall angestellt wird, um so stärker saugt die Trommel. Zur Ergänzung und Erhaltung des Vacuums dient ein kleiner Saugapparat; derselbe wird mit Wasser betrieben, welches ein Schlauch unter 4 oder mehr Meter Druck zuführt. Der Schlauch ist 20 mm weit, die Bohrung im Saugapparat aber nur 5 mm, der Wasserverbrauch ist also sehr gering; durch einen zweiten Gummischlauch fliesst das verbrauchte Wasser in einen Ablaufständer ab; der erstere, Wasser zuführende Schlauch muss so lang genommen werden, dass man die Trommel vollständig ausheben kann, wenn nicht gewaschen werden soll. Im andern Falle wird die Waschtrommel durch ein Stellrad herabgelassen, so dass sie in den Stoff eintaucht, denselben etwas verdrängt, und das Schmutzwasser durch den Siebüberzug in das Innere eindringen lässt. Der rotierende Stoff setzt die Trommel sofort in drehende Bewegung, so dass sie dem durchdringenden Wasser stets eine neue Fläche darbietet, der Saugapparat wird durch Aufdrehen des Wasserhahns in Thätigkeit gesetzt, es entsteht in der hohlen Welle Luftleere, das Schmutzwasser steigt durch die Saugrohre in die Höhe, wird von der hohlen Welle aufgenommen und durch das daran befindliche Abfallrohr abgeleitet, und da dasselbe in den mit Wasser gefüllten Kasten eintaucht, wird ein ununterbrochenes Absaugen des Schmutzwassers bewirkt. Durch den noch nebenbei wirkenden Saugapparat wird jede unvorher gesehene Störung vermieden, event. die ordnungsgemässe Absaugung wieder hergestellt.

Obwohl das nachstehende Verfahren in Cellulosefabriken wahrscheinlich noch nicht eingeführt ist, so könnte an Stelle der Bleicherei mit Chlorkalk auch die von E. Hermite ausgearbeitete Elektrische Bleiche angewendet werden, welche eine Ersparniss von mindestens 50% an Bleichmaterial ergeben soll. Bei der weiteren Verbreitung des neuesten Kellner'schen Verfahrens der Gewinnung von Zellstoff mit Hilfe des elektrischen Stromes, wäre diese Bleiche allerdings nicht notwendig, da, wie auf Seite 150 erwähnt, hierdurch schon ein schneeweisser Stoff gewonnen wird. Der Vollständigkeit wegen aber sei auch diese Bleichmethode angeführt. Sie beruht auf folgender Erscheinung: Wenn eine Chlormagnesium-Lösung von 5% Chlormagnesium und 95% Wasser in einer geeigneten Vorrichtung elektrolysiert wird, zersetzen sich gleichzeitig Wasser und Chlormagnesium. Das Chlor, welches aus dem Chlormagnesium, und der Sauerstoff, welcher aus dem Wasser unter dem Einfluss der Elektrolyse ausscheidet, vereinigt sich am positiven Pol und erzeugen eine unbeständige Chlor-Sauerstoff-Verbindung, welcher eine sehr starke entfärbende Wirkung innewohnt.

Der Wasserstoff und das Magnesium gehen nach dem negativen Pol. Dieser zersetzt Wasser und bildet Magnesiumoxyd, während Wasserstoff frei wird. Bringt man in solche Flüssigkeit flüssige Pflanzenfaser, so verbindet sich der Sauerstoff mit der färbenden Substanz und oxydiert dieselbe; das Chlor verbindet sich mit dem Wasserstoff und bildet Chlorwasserstoff, welcher seinerseits mit der in der Flüssigkeit befindlichen Magnesia eine Verbindung eingeht und das ursprüngliche Chlormagnesium aufs neue erzeugt. Dieser Kreislauf wiederholt sich so lange, als der elektrische Strom auf die Lösung, in welcher sich die farbige Substanz befindet, wirkt. Zu einem vollkommenen Kreislauf dieser Art gehören also: 1. elektrischer Strom, 2. Chlormagnesium, 3. Wasser und 4. färbende Stoffe.

Zwei dieser Elemente dienen zur Zerstörung der färbenden Stoffe: nämlich der elektrische Strom, oder, was dasselbe ist, die wirkende Kraft und das Wasser. Das Chlormagnesium dient unaufhörlich; es findet nur eine einfache Verschiebung der Moleküle statt und das Chlor wirkt als Leiter, welcher den sich bildenden Sauerstoff zu den farbigen Stoffen bringt. Es ist erwiesen, dass das elektrische Verfahren eine schneller entfärbende Wirkung übt, als gewöhnlicher Chlorkalk, überhaupt hebt Hermite die Vorteile seiner Methode folgendermassen hervor:

1. Sie gestattet jedem Bleicher, seine entfärbenden Stoffe selbst zu erzeugen und zwar ohne fühlbare Störung seines Fabrikbetriebes.

2. Das entfärbende Mittel ist rein und hinterlässt keinen Rückstand.

3. Es besitzt bedeutend grössere entfärbende Wirkung als Chlorkalk.

4. Seine Einwirkung auf Fasern erfolgt schneller, regelmässiger und ist weniger schädlich.

5. Seine Anwendung bringt bedeutende Geldersparnis mit sich.

6. Die Erzeugungskosten sind so beständig, wie nur möglich.

Verloren geht bei diesem Verfahren nur der Teil von Chlormagnesium, welcher in dem Wasser enthalten ist, welches der feuchte Stoff nach dem Auspressen noch enthält. Bei 40% Trockengehalt sind also 40 Kilo Stoff und 60 Kilo Wasser zu berücksichtigen; dann gehen auf 100 Kilo trockenen Stoff 150 Kilo Chlormagnesiumlösung verloren, die $10^1/_2$ Kilo Chlormagnesium enthält.

Die Apparate für die elektrische Bleiche werden von Paterson und Cooper in London gebaut. Der Elektrolysor besteht aus einem gusseisernen Behälter, in dessen unteren Teil eine durchlöcherte, mit Zinkhahn versehene Röhre eingelassen ist; durch dieses Rohr dringt die Chlormagnesiumlösung in den Apparat; der obere Rand desselben ist ausgeflacht, nimmt die überfliessende Lösung auf und führt sie einer anderen senkrechten Röhre zu. Dieses zweite Rohr dient zur Herbeiführung des Kreislaufes der Lösung. Seiner Länge nach liegen im Elektrolysor 2 Wellen, auf denen Zinkscheiben angebracht sind; diese Zinkscheiben sind die negativen Elektroden und bewegen sich in langsamer Umdrehung. Abwechselnd mit je einem negativen ist ein positiver Elektrod eingestellt, dessen aktive Oberfläche aus Platingewebe besteht und durch einen entsprechenden Hartgummirahmen eingefasst ist. Der obere Teil des Platingewebes ist an einem Bleikörper festgelötet und durchaus isoliert. Vermöge dieses Bleikörpers ist ein jeder positive Elektrod mit der Kupferleitung verbunden, welche den Elektrolysor durchzieht; der Kontakt ist durch eine Schraubenmutter hergestellt. Während des Betriebes kann ein Elektrod, ohne irgend welche Störung für den Gang des Apparates, herausgenommen werden. In Verbindung mit der Kupferleitung, an welcher die positiven Elektroden befestigt sind, steht der positive Pol der Dynamo-

maschine. Der elektrische Strom verteilt sich nun auf alle Platinelektroden, zieht durch die Flüssigkeit in die Zinkscheiben, d. h. negativen Elektroden und verbindet sich, unter Beihilfe des galvanischen gusseisernen Behälters, mit dem negativen Pol der Dynamomaschine. Zwecks Sauberhaltung sind an den positiven Elektroden biegsame Schabermesser von Hartgummi angebracht, welche an den Zinkscheiben leicht anliegend, diese bei ihrer langsamen Umdrehung von jedem Niederschlag reinhalten. Am Boden des Apparates befindet sich, zur Reinigung desselben, eine Klappe. Der Apparat kann durch Öffnen eines Hahnes auch geleert werden.

Kommen mehrere Apparate zur Verwendung, so werden dieselben in Spannung gesetzt, d. h. der positive Pol des ersten wird mit dem negativen des zweiten verbunden u. s. w. Zum Betrieb wird für die Elektrolyse für gewöhnlich ein elektrischer Strom von 1000 bis 1200 Ampères benutzt.

Ein jeder Apparat ersetzt binnen 24 stündiger ununterbrochener Arbeit die entfärbende Wirkung von ungefähr 125 Kilo englischem Chlorkalk von 33% Chlorgehalt und benötigt etwa $8^1/_2$ Pferdekräfte. Der Erfinder verbürgt für jeden Elektrolysor, bei 1000 *A* Stromstärke, den Ersatz an Bleichkraft von 100 Kilo Chlorkalk und eine Kraftausgabe von 9 Pferdekräften auf der Scheibe der Dynamomaschine bei 24 stündiger Thätigkeit.

Um den bei der elektrischen Bleiche eingerichteten schon erwähnten Kreislauf zu veranschaulichen, diene umstehende schematische Fig. 104. Aus dem Behälter *A* tritt die mit etwas Magnesia versetzte Chlormagnesium-Lösung in den oder die Elektrolysore *B* und fällt von da in den oder die Bleichholländer *C* wo die Entfärbung der zu bleichenden Stoffe stattfindet. Die Waschtrommel *D* führt die benützte Lösung in den Behälter *I* und die Zentrifugalpumpe *J* leitet sie nach dem ursprünglichen Ausgangspunkte *A* zurück. Vermöge dieses beständig unterhaltenen Kreislaufs behält die Lösung in fühlbarer Weise stets dieselbe Wirksamkeit. Ist der Stoff entsprechend entfärbt, so wird er mit der im Bleichholländer noch enthaltenen Lösung in den Behälter *E* abgelassen, wo die Nachbleiche stattfindet; ist diese beendet, so geht der Stoff über die Nasspresse *G*, wo er entwässert wird. Die beim Entwässern auf *G* ablaufende Lösung wird im Schiffe *H* aufgefangen, in den Hauptbehälter *I* geleitet und von da mittelst der Pumpe *J* in den Bottich *F* zurückbefördert. In besonderen Fällen, wenn z. B. schwer zu entfärbende

Stoffe zu bleichen sind, empfiehlt es sich, die Lösung einige Zeit vorher zwischen den beiden Behältern *F* und *J*, sowie dem Apparat *B* zirkulieren zu lassen. Die Lösung wird dadurch wirksamer und der Stoff schneller gebleicht. Es ist nur noch zu erwähnen, dass während der Bleiche ein beständiger Überschuss an freier Magnesia in der Chlormagnesiumlösung er-

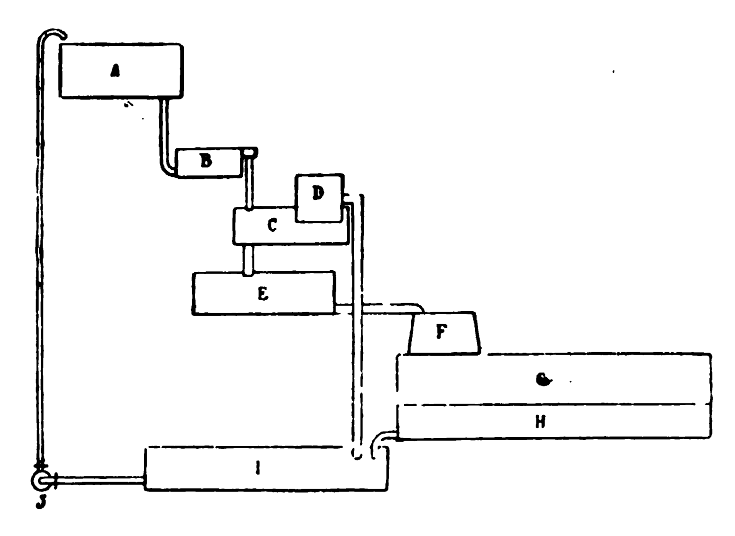


Fig. 104.

forderlich ist, um letzteren neutral zu erhalten. Man kann sich dieselbe folgendermassen selbst herstellen: In einem hohen, mit starker Chlormagnesiumlösung halb angefüllten Bottig wird genügend Kalkmilch eingelassen. Kalk liefert gallertartiges Magnesiapräzistitat und lässt Chlornatrium in Auflösung. Ist die Magnesia gut abgelagert, so wird die Chlorcalciumlösung mittelst Siphon entfernt und zu den Abwässern geleitet. Alsdann wird die Magnesia 2 oder 3 mal mit reinem Wasser ausgewaschen; sie ist alsdann verwendbar und wird der Bleichflüssigkeit je nach Bedarf in kleinen Mengen zugesetzt. Zur Kalkmilchbereitung ist ein anderer Bottich mit Waschtrommel (letztere mit sehr feinem Metalltuch umgeben) erforderlich. Die Waschtrommel hebt die Kalkmilch aus und lässt Sand und sonstige Unreinigkeiten im Bottich zurück.

In einer schwedischen Zellstoff-Fabrik, die seit längeren Jahren nach Hermites Verfahren bleicht, werden für je 100 kg Zellstoff 11 kg. Kochsalz zersetzt, und soll das Bleichen mit

diesem Verfahren, obwohl dazu doppelt soviel Kraft verbraucht wird, als Hermite angab, noch viel billiger zu stehen kommen, als mit Chlorkalk.

In Fabriken, wo das zu kochende Holz durch eine Schlagmaschine zerkleinert wird, die Stücke also nach dem Kochen, auch wenn sie teilweise hart geblieben sein sollten, niemals gross sind, wo ausserdem auf Herstellung bester Qualität kein Wert gelegt wird, erspart man die Arbeit im Stampfwerk und den Waschrinnen dadurch, dass man den eben aus dem Kocher entleerten Stoff direkt durch einen grossen Kollergang zerdrücken lässt. Von hier aus wird der Stoff in ein Bassin geleitet, mit Wasser verdünnt und direkt oder durch eine Pumpe in einen Holländer befördert. Hier soll er nur einige Zeit, nicht gemahlen, sondern nur geschlagen werden, empfängt oft noch einen Zusatz von verdünnter Salzsäure, wodurch die Weisse des Stoffes gehoben wird und kommt dann auf eine Entwässerungsmaschine zur Fertigstellung. Da bei dieser Methode Äste gar nicht entfernt wurden, erhält man natürlich auch nur einen *Ib* Stoff.

Um auch die Äste und den daran hängenden Stoff noch soviel als möglich auszunutzen, wenden manche Fabriken noch einen Kollergang an, der sämtliche Abfälle verarbeitet und auch die Äste, wenigstens in kleine Stücken zerdrückt. Dieser gekollerte Stoff, den man möglichst trocken lässt, wird in eine geneigt stehende, schnell rotierende Siebtrommel geschaufelt, welche den noch brauchbaren Stoff durchsiebt, während alle grösseren, harten Stücke am unteren Ende herauskommen. Der gewonnene Stoff ist natürlich sehr schlecht, findet aber für untergeordnete Zwecke, ordinäre Pappen u. s. w. immer noch Verwendung.

An der bisher gebräuchlichen und vorher beschriebenen Entfaserungseinrichtung haben sich C. Kleine und Ernst Kirchner ein Verfahren patentieren lassen, (D. R. P. 36473) in welchem ein schnell rotierender, sogenannter Quirl mit einer verbesserten Maschine verbunden ist. Die Beschreibung ist in der Pap. Zeitung 1886 Seite 1332 abgedruckt und lautet folgendermassen: Nach vorliegender Erfindung wurden die gekochten, oberflächlich im Kocher oder in besonderen Auslaugerinnen gewaschenen Zellstoffe in abgetropftem, feuchtem, oder durch Zufügung von Wasser mässig nassem Zustande durch Trichter *T* (Fig. 105) und Schnecke *B* einem circa 300 Umdrehungen in der Minute machenden. nach hinten sich vergrössernden Quirl

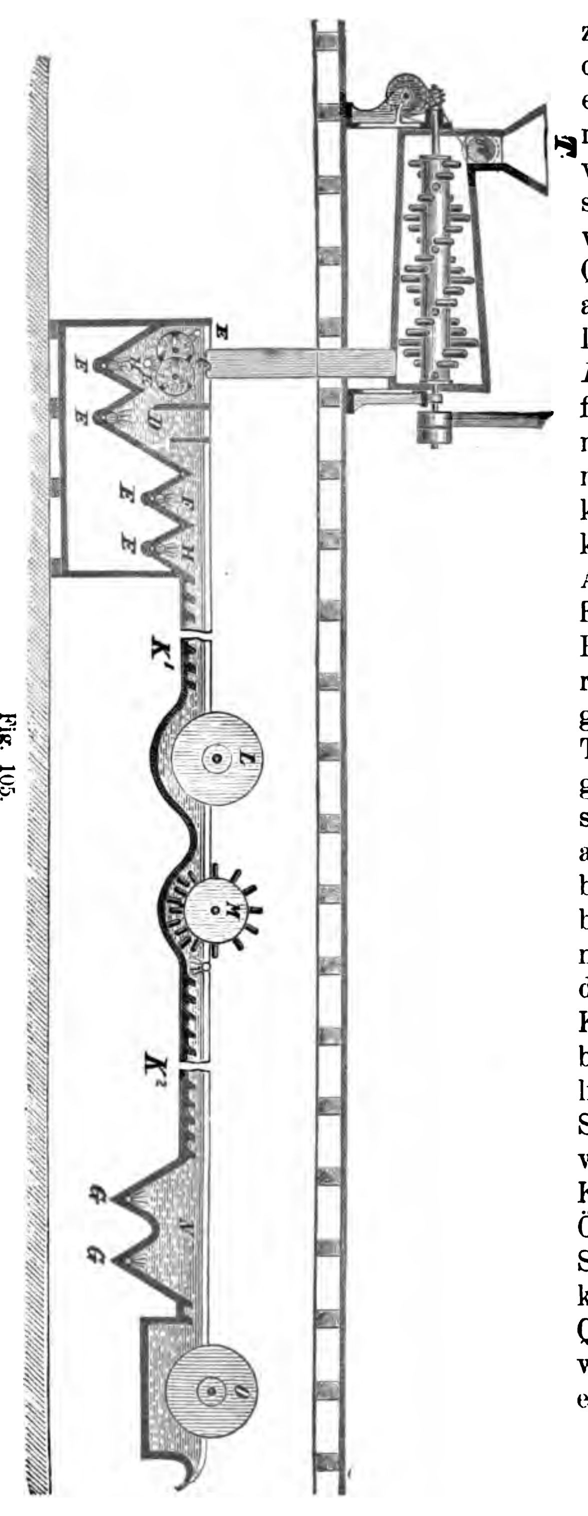


Fig_105.

zugeführt. Der Quirl dreht sich in einem, ebenso wie der Quirl nach hinten sich erweiternden ganz geschlossenen Kasten, von quadratischem Querschnitt mit unten abgestumpften Ecken. Der durch *T* und *B* regelmässig zugeführte feuchte oder mässig nasse Stoff wird nun, soweit er vollkommen weich gekocht ist, von den Armen des Quirls in Flocken oder steifen Brei zerschlagen, während unvollkommen gekochte und harte Teile, vollständig von guten Fasern entschält, im übrigen aber ganz erhalten bleiben. Die schraubenförmige Anordnung der Arme und die Erweiterung des Kastens nach hinten bewirken eine allmählige Bewegung des Stoffes nach der am weitesten Teile des Kastens angebrachten Öffnung, wo der gute Stoff mit den Unreinigkeiten zusammen den Quirl verlässt, um, wie aus der Zeichnung ersichtlich, durch ein

Abfallrohr oder auch durch eine besondere Transporteinrichtung in die Wasch- und Reinigungs-Einrichtung zu gelangen. Hier wird der feuchtflockige oder dickbreiige Stoff durch reichliches Wasser aus den oberen Spritzrohren *E* verdünnt, und durch ein unter Wasser gehendes Mühlwerk *C* weiter zerfasert, wobei die grossen Unreinigkeiten ganz erhalten bleiben. Letztere Teile sinken in den tiefen Rinnen *D* zu Boden, werden durch das aus den unteren Spritzrohren *E* eintretende Wasser, d. h. durch Wasserauftrieb, von etwa noch anhängenden guten Fasern befreit und dann selbst durch Kettenpumpen ähnliche Mechanismen *H* in Seitenkästen entfernt. Schwimmende, leichte Unreinigkeiten werden durch die Schlaggitter bei *D* zurückgehalten; etwa durch die Strömung und Bewegung der Flüssigkeiten mitgerissene schwere Teile setzen sich wieder, durch weiteres von unten zutretendes Wasser bespült, in den Rinnen *F* und *H* ab, von wo sie in gleicher Weise entfernt werden. Der nunmehr sehr wässrige Stoff passirt einen Sandfang *K*, bekannter Konstruktion, wird dann durch eine oder mehrere Waschtrommeln *L*, die direkt in Vertiefungen der Rinne angeordnet sind, energisch gewaschen und verdickt. Dieser verdickte Stoff wird nun von einer mässig schnell rotirenden Rechenwalze *M* mit Grundrechen vollständig zerschlagen oder in einzelne Fasern aufgelöst.

Nach dem Austritt hinter der Rechenwalze wird der Stoff abermals durch ein Spritzrohr stark verdünnt, passirt wieder einen Sandfang K_2 und mehrere Rinnen *N*, wodurch die unten angeordneten Spritzrohre *G* neues Wasser zutritt, was bewirkt, dass etwa noch vorhandene, losgeschlagene und weiter gespülte schwere Teile dem Wasserauftrieb entgegen sich in der Rinne *N* niedersenken, während die guten Stofffasern weiter fliessen. Die letzteren passiren nochmals einen Sandfang, werden durch eine oder mehrere Waschtrommeln *O* zum zweiten Male energisch gewaschen und gelangen schliesslich auf die Stoffpresse, in die Absatzkästen oder in die Bleichholländer.

Da die Splitter, als unaufgeschlossene Faserbündelchen, in der Regel zwar breit aber sehr dünn sind, so gehen sie sehr leicht durch alle, auch feinen Schlitze der Knotenfänger mit hindurch und es wird deshalb empfohlen, den Stoff durch einen Raffineur gehen zu lassen, dessen halbrunde Schlitze 1 Centim. tief gehauen ist. Der Raffineur löst die Splitter vollständig und macht, wenn er richtig behandelt wird, die Fasern gleich-

mässig, ohne dass sie leiden. Wenn der Stoff raffinirt und dadurch splitterfrei ist, so ist derselbe ausserdem sehr leicht zu bleichen und zu den besten Papieren zu verwenden. Das Bleichen von Sulfitstoff kostet dann höchstens 2—3 Mark p. 100 Kilo.

Da das best ausgeführte Waschen des Zellstoffes die im Inneren der einzelnen Fasern angesaugte braune Kochlösung nur sehr schwer und teilweise gar nicht zu entfernen vermag, so empfiehlt es sich, den gewaschenen Stoff noch durch eine Zentrifuge ausschleudern zu lassen. Durch diese Prozedur werden die letzten Reste der Laugen entfernt und der Stoff besser als sonst befähigt, eine gute Bleiche anzunehmen.

Bei schlecht gekochtem Zellstoff und besonders Abfällen nach Mitscherlich kommen öfter nicht ganz gar gekochte Stücken vor, die noch viel Harz enthalten und die sich im Kollergang, Holländer und Papiermaschine schlecht verarbeiten. Es wird vorgeschlagen, diese Stücken mit $1^1/_2$ $^0/_0$ des Trockengewichtes Soda in Kugelkochern 2—3 Stunden unter $1—1^1/_2$ Atm. Druck zu kochen; dadurch löst sich das Harz. Man giebt auch beim Kollern solcher schlechten Stücken auf 100 kg. trockenen Stoff $1^1/_2$—2 Liter, auch 3 Liter Petroleum zu. Dann muss die Masse noch im Waschholländer ausgewaschen werden, und zwar unter Zusatz von $1—1^1/_2$ Liter Salzsäure per 100 kg. Stoff. An Stelle des Kochers kann man auch ein grosses Fass mit Rührwerk nehmen, dessen Inhalt durch 2—3 Stunden gekocht werden kann.

Nach einem kürzlich in England patentirten Verfahren von Edward Partington werden die dem Sulfitstoff oft hartnäckig anhängenden theerartigen Spuren von Harz gelöst, wenn man dem Stoff im Waschholländer Paraffin, Öl oder eine andere Kohlenwasserstoff-Verbindung zusetzt. Auf 1000 kg. trocken gedachten Stoff empfiehlt Partington 7—9 Liter gewöhnliches Paraffinöl von 0,8—0,85 spezifischem Gewicht, dessen Entflammungspunkt zwischen 17 und 49° C. liegt.

VI. Schädliche Abwässer und deren Reinigung, Luftverunreinigung, Vorsichtsmassregeln, gesetzliche Vorschriften.

Mehr als durch die Schwierigkeiten der Cellulosefabrikation selbst, mehr als durch die schädliche Einwirkung der schwefligen Säure auf alle Eisenteile und auf die Haltbarkeit der

Kocher, mehr als durch den Schaden, den die etwa aus den Türmen entweichende gasförmige schweflige Säure der Vegetation auf den benachbarten Fluren anrichtet, mehr, weit mehr Sorge kann der Fabrikant durch die schädlichen Abwässer haben, wenn die Fabrik nicht günstig gelegen ist, dieselben leicht und möglichst unbemerkt zu entfernen. Die Menge der abgehenden Kochlauge, Spül- und Waschwässer ist so gross, und die Quantität der darin noch enthaltenen SO_2 so bedeutend, ausserdem die Farbe so intensiv und der Geruch so unangenehm, dass ein grosser Fluss dazu gehört, wollte man diese Wässer direkt dahin ablassen. Aber auch dann würde es ohne Klagen, Prozesse und Entschädigungen kaum abgehen, da besonders die Fische sehr empfindlich gegen die geringsten Spuren von schwefliger Säure sind und leicht absterben. Es ist also bei der Anlage von neuen Cellulosefabriken hauptsächlich darauf zu sehen, dass die Möglichkeit der Ableitung der Abwässer vorhanden ist, entweder durch passende Bodenbeschaffenheit oder durch grössere, schnellfliessende Wasserläufe, wobei ausserdem noch berücksichtigt werden muss, dass der Einlass der Abwässer nicht etwa dicht oberhalb einer Stadt, sondern unterhalb zu geschehen hat, da sonst die Belästigungen nicht aufhören würden.

Vergegenwärtige man sich, dass z. B. einen Kocher nach Mitscherlich zu Grunde gelegt, alle $4^1/_2$ Tage 60 Cbm. Kochlauge, ebensoviel oder mehr Spülwasser, und die noch viel grössere Menge Waschwasser zu beseitigen ist, ausserdem berücksichtige man, dass die abgehende Lauge noch kochend heiss ist und auch das Spülwasser noch ziemlich warm abgeht. Nach einer Analyse enthielt z. B. 1 Liter Kochlauge:

Schweflige Säure	3,86	Gramm
Schwefelsäure	7,33	„
Chlor	0,29	„

Der bei 110° Cels. getrocknete Rückstand wog 109 Gr. Nach dem Ausglühen blieb ein Rückstand von 19 Gramm und zwar enthielt dieser

Eisenoxyd	0,02	Gramm
Kalk	10,30	„
Magnesia	0,30	„
Kali	0,28	„
Natron	0,10	„
	11,00	Gramm

Es sind also in 1 Liter Kochlauge 90 Gramm organische Bestandteile enthalten gewesen, in 1 Kbm. demnach 90 Kilo und in 60 Kbm oder einer Kocherfüllung die kolossale Menge von 5400 Kilo. Es müsste dieses Resultat befremden, wenn nicht Verfasser selbst durch viele Versuche festgestellt hätte, dass zu 100 Kilo fertiger Cellulose 291 Kilo absolut trockenes Holz notwendig sind. Nahezu $^2/_3$ sind also verloren, und diese sind zusammengesetzt aus den Ästen, Faserverlust bei der Fabrikation und den inkrustierenden Bestandteilen, die sich in der Lauge widerfinden. Eine so enorme Menge von organischen Bestandteilen, welche die Lauge ganz dunkelbraun färben, muss natürlich, auch abgesehen von dem Gehalt an schwefliger Säure und Schwefelsäure, eine grosse Verunreinigung der Wasserläufe herbeiführen und ebenso in kurzer Zeit den Boden in der Umgegend einer Cellulosefabrik durchdringen, wenn, wie dies in der Regel geschieht, die Lauge in einem sogenannten Laugenteich abgelassen wird. Durch das ruhige Stehenbleiben im Erdboden geht nun die Lauge bald in Fäulnis über und verbreitet da, wo sie etwa zu Tage tritt, einen üblen Geruch. Durch dieses Durchdringen durch den Boden und alle Fugen von Mauerwerk u. s. w. ist es nun sehr naheliegend, dass alle Brunnen, in der Nähe wenigstens, die entweder zum Hausgebrauch dienen, oder das Fabrikationswasser liefern, sehr leicht verdorben werden, dass also alle möglichen Schutzvorrichtungen getroffen werden müssen, um eine absolute Isolierung herzustellen. Am besten ist es, wenn man gleich bei Anlegung der Fabrik, oder vielleicht gleich bei dem Kauf und der Wahl des Grundstücks darauf achtet, dass das Terrain, wenn es nicht unmittelbar an einem grossen Flusse liegt, etwas hügelig gestaltet ist, so dass wenigstens das so notwendige Fabrikationswasser von dem höher gelegenen Teil entnommen werden kann, während die Abwässer möglichst entfernt davon abgeleitet oder versickert werden.

Wenn auch der Fluss noch so gross ist, so darf doch die direkte Ableitung der Lauge nicht auf einmal geschehen, sondern da sich die Kocherentleerung in bestimmten Zeiträumen wiederholt, muss das sich regelmässig erneuernde Quantum in möglichst kleinem Strahle entweder kontinuierlich, oder während der Nachtstunden abgeleitet werden, was am besten durch einen Schieber geschieht, der durch einen Schwimmer reguliert wird. Ausserdem muss aber, da sich doch die Abwässer aus 3 Teilen zu-

sammensetzen: der Kocherlauge, dem Spülwasser und dem Waschwasser, bei den beiden ersten eine Abkühlung herbeigeführt werden. Man muss also grosse, entweder gemauerte und auscementierte Bassins anlegen, oder tiefe Teiche graben und hierein die Kocherlauge nebst dem Spülwasser ablassen. Man kann auch beide Abwässer getrennt aufsammeln. Da nun aber diese dampfenden Abgänge noch ziemlich viel schweflige Säure enthalten, welche, wenn sie frei in die Luft strömte, nicht nur die nächste Umgebung verpesten, sondern auch die Fluren der Nachbarschaft schädigen würde, so müssten die Teiche gut bedeckt sein, und geschieht dies am besten durch Balken, darüber gelegte Schwarten und eine Schicht von Schälspähnen, die wieder mit Erde bedeckt ist. Das hält am besten dicht und kann leicht ausgebessert werden.

Bei dem Waschwasser, welches nur Spuren von schwefliger Säure noch enthält, genügt es in der Regel, wenn man es auf möglichst langem Wege durch mehrere Bassins leitet, welche durch Scheidewände in verschiedene Abteilungen getrennt sind. Es sollen sich da zunächst die mitgerissenen feinen Celluloseteilchen absetzen, die etwa durch einen grossen Stofffänger noch hindurchgegangen sind, den das Waschwasser vorher passieren muss. Die Stofffänger können rotierend sein, oder grosse flache, mit feinem Metallsieb beschlagene Kästen. Gut ist es, wenn man in die erste Abteilung der erwähnten Bassins Reissigbündel setzt, welche die Cellulosefasern leicht zurückhalten, und in einer späteren Abteilung das Wasser durch eine Schicht von Kalksteinen, die mit Braunsteinstücken vermischt sind, hindurch gehen lässt, wodurch eine genügende Neutralisation stattfindet.

Ist nun aber der Wasserlauf, an dem die Cellulosefabrik liegt, unbedeutend, so wird die Zuführung sämtlicher Abwässer eine solche Verschlechterung des Flusswassers herbeiführen, dass Klagen nicht aufhören und behördliche Einschreitung notwendig erfolgen würde. Leider ist es ausserordentlich schwierig, gerade die schweflige Säure unschädlich zu machen. Die verschiedensten Versuche von Chemikern, und auch alle bisherigen Filtrationsmethoden, die bei den schmutzigsten Abwässern anderer Fabriken gute Resultate erzielten, waren der Kochlauge gegenüber in sofern vergeblich, als sich die unangenehme braune Farbe nicht wegbringen liess. Wo also ein direktes Ablassen in den Fluss nicht gestattet ist und ein Versickern durch den kieshaltigen Boden nicht genügt, bleibt nichts anderes übrig,

als dass man mehrere tiefe Schächte bis auf das Grundwasser gräbt, und diesen die abgekühlte Lauge und eventuell das Spülwasser zuführt. Das kann natürlich auch nur geschehen, wenn die Fabrik ziemlich isoliert gelegen ist und menschliche Wohnungen und Brunnen in der Richtung des abfallenden Grundwassers erst in weiterer Entfernung sich finden. Eine Neutralisation muss aber auch in diesem Falle stattfinden. Eine von der Behörde genehmigte und seit Jahren erprobte Methode „vom Chemiker Leisenberg in Halle" ist nun für den Fall, dass die Kochlauge und das Spülwasser durch Schächte dem Grundwasser zugeführt und das Waschwasser in den Bach geleitet werden soll, folgende: Man stellt im Innern des Fabrikraumes, am besten in der Wäscherei, möglichst erhöht drei eiserne oder hölzerne Bottiche auf, welche sämtlich Wasserzuführungsrohre haben, mit Dampf erwärmt werden können und Rührvorrichtungen besitzen. Letztere können auch durch von Körting in Hannover gelieferte Dampfgebläse ersetzt werden, welche ein kräftiges Umrühren der Flüssigkeit in den Bottichen ermöglichen. In dem grössten der Bottiche, von wenigstens 4 Kbm. Inhalt, wird Kalkmilch angesetzt, in dem zweiten Ferrit und in dem dritten Aluminat aufgelöst, und alle drei Flüssigkeiten durch das Dampfgebläse oder andere Rührvorrichtungen stets aufgerührt erhalten. Ein circa 50 mm weites, durch einen Hahn abzuschliessendes Rohr führt nun aus dem Kalkmilchbottich an den Punkt, wo das Waschwasser in den oben beschriebenen Waschwasserteich eintritt, so dass sich der durch den Hahn regulierbare gleichmässig fortlaufende Strahl von Kalkmilch möglichst innig mit dem Waschwasser vermischen kann. Die Abflussrohre aus den anderen beiden Bottichen münden an einer etwas entfernten Stelle des Teiches und führen in kontinuirlichem schwachem Strahle dem durch Kalkmilch schon neutralisierten Abwasser die beiden anderen Lösungen zu. Es kommt bei dieser Methode darauf an, dass das Waschwasser einen möglichst weiten Weg von 100 Meter oder mehr zu machen hat, dass es durch einen oder mehrere tiefe Teiche fliesst, so dass sich der Kalk bei nahezu ruhigem Stehen darinnen teilweise absetzen kann, ehe das gereinigte Waschwasser in den Fluss eintritt. Es hat sich herausgestellt, dass dieses Verfahren dem Waschwasser jede schädliche Wirkung nimmt, da es auch bei wochenlangem Stehen nicht fault und übelriechend wird. Gleichzeitig wird auch die Farbe etwas heller.

Dieselbe Manipulation wendet man bei dem Eintritt der Kochlauge in den Laugenteich an, doch da dieses Ablassen nur in grösseren Zwischenräumen erfolgt, genügt dort ein grösserer Bottich, in welchem nach und nach die drei Mittel Kalk, Ferrit und Aluminat aufgelöst und von da aus mit der abfliessenden Kochlauge und dem Spülwasser vermengt werden.

In den Fällen, wo ein Versickern der Kochlauge oder ein Hineinleiten in das Grundwasser nicht ausführbar ist oder behördlicherseits nicht gestattet wird, bleibt nur ein Verdampfen übrig. Verfasser hat dasselbe in grossen Kesseln versuchsweise auch vorgenommen und dabei durch Zusetzen von Schwefelsäure das Austreiben von schwefliger Säure beschleunigt. Er erhielt eine dicke, syrupartige Masse, die nach dem Erkalten steinhart wurde und sich zerschlagen liess. Für die Praxis im Grossen würde zu dem Verdampfungszwecke der Abdampfturm von R. Schneider sich am besten eignen, wie er in Figur 20 dargestellt ist. Leider aber ist die Anlage zu teuer, da das Verdampfungsprodukt nicht wie bei der Wiedergewinnung der Soda mit Vorteil verwendet werden kann. Die Verdampfungsrückstände haben nicht einmal einen höheren Düngerwert. Allerdings ist schon seit Jahren vorgeschlagen worden, diese Verdampfungsrückstände als Futterstoffe für das Vieh entweder allein oder mit anderen Futterstoffen vermischt anzuwenden, doch ist dem Verfasser nichts bekannt, dass Versuche zu irgend welchen praktischen Resultaten geführt hätten.

Dr. Frank ist am Schlusse eines schon früher hier erwähnten Vortrages ebenfalls der Ansicht, dass der Futterwert der eingedampften oder wenigstens conzentrierten Kochlauge auch nicht gering sei, da z. B. 16—18$^0/_0$ Zucker darinnen enthalten sind; doch ist, wie gesagt, bis jetzt noch keine Gelegenheit vorhanden, die Lauge angemessen zu verwerten, da auch der Transport der Lauge zu teuer sein würde und das Verdampfen erst recht kostspielig ist. Es bleibt zunächst nichts übrig, als durch Franks Verfahren die SO_2 möglichst zu entfernen und eventuell, wo es angeht, die gereinigte Kochlauge zur Berieselung von Wiesen und Feldern zu verwenden, wodurch zugleich die bei vielen Fabriken bestehenden Schwierigkeiten der Beseitigung der Laugen in einfachster Weise gehoben würden. Dabei werden allerdings die Kohlenhydrate, Zucker u. s. w. die im Vergleich zu ihrem hohen Futterwerte nur einen geringen Düngungswert haben, wenig ausgenutzt, dagegen

kommen die in der Kochlauge gelösten Aschenbestandteile des Holzes direkt dem Pflanzenwuchs zu Gute.

Ein Kubikmeter Fichtenholz (ganz trocken) wiegt z. B. circa 450 Kilo und liefert 4—5 Kilo Reinasche, welche etwa 20—25 Kilo gewöhnlicher unreiner Holzasche entsprechen; es wird hiernach Jedem, der den überaus günstigen Erfolg einer Holzaschendüngung für Futterkräuter und namentlich für saure Wiesen kennt, den Vorteil einer rationellen Berieselung klar sein. Das schon wiederholt erwähnte Franksche Verfahren zur Reinigung der Kochlauge, welches mit der Wiedergewinnung der SO_2 verbunden ist, besteht nun nach seinen eigenen Angaben aus Folgendem:

Wiedergewinnung der schwefligen Säure aus den Abdämpfen und Kochlaugen.

Die mit der Sulfitlauge in den Kocher gebrachte schweflige Säure wird beim Prozess der Cellulosebereitung nur zum kleineren Teile konsumiert und chemisch verändert, während die grössere Menge circa 70% teils in Form von Monosulfit ausgeschieden wird, teils gasförmig entweicht, teils auch mit der Kochlauge, in welcher sie gelöst ist, den Flussläufen zugeführt wird. Da nun sowohl die in Gasform, wie die mit den Kochlaugen abgeführte SO_2 für die Nachbarschaft der Fabriken sehr lästig werden kann, und nicht nur Menschen sondern auch Tiere, namentlich Fische und Pflanzen schädigt, so sind für den Betrieb der Cellulosefabriken mannigfache und oft recht schwere Unzuträglichkeiten hieraus hervorgetreten. Die Beseitigung der Übelstände, welche durch Entweichen der SO_2 mit den Dämpfen entstehen, hat Mitscherlich bereits durch Einleiten derselben in die Türme angestrebt, bei der grossen Geschwindigkeit, mit der die Dämpfe eintreten, ist indess deren Absorption in den Türmen, namentlich in der heissen Jahreszeit, eine mangelhafte, das Gleiche gilt von der Kondensation der Dämpfe, welche manche, nicht mit Türmen ausgerüstete Fabriken anwenden.

In Bezug auf die auch durch ihren hohen Gehalt an organischen Substanzen namentlich für kleinere Flussläufe sehr störenden Kochlaugen existierte aber bisher überhaupt noch kein praktisch brauchbares Verfahren, um dieselben von ihrem Gehalte an SO_2 und anderen schädlichen Substanzen zu befreien, denn die von einzelnen Fabriken aufgenommene Eindampfung der Laugen erwies sich in Folge des raschen Verschleissens der Ver-

dampfungsapparate, des enormen Kohlenkonsums und der absoluten Wertlosigkeit der Verdampfungsrückstände als Brennmaterial als ein sehr kostspieliger Notbehelf, um so mehr, als gerade bei der Abdampfung die SO_2 noch mit in die Luft geführt wurde.

Dr. Frank geht bei seinem Verfahren von dem Gesichtspunkte aus, nur diejenigen Bestandteile der Kochlaugen und Dämpfe zu beseitigen, welche nachweisbar schädlich wirken. Als solche bezeichnet er neben der schwefligen Säure und deren gelösten Verbindungen die in den Laugen enthaltenen Aldehyde, welche ebenfalls Sauerstoff entziehend wirken, ferner die stickstoffhaltigen Bestandteile, welche die Gährung und Algenbildung fördern und endlich die gelösten Harze und lackartigen Stoffe, welche bei späterer Ausscheidung den Kiemenatmern, wie den Pflanzen durch Abschluss der Luft Nachteil bringen. Wie Dr. Frank durch ein in der Papierzeitung veröffentlichtes, im Auftrage der Regierung zu Oppeln erstattetes Gutachten nachgewiesen hat, sind die sonstigen Bestandteile der Kochlaugen — zumeist Zucker und Amyloide — sowie die Aschenbestandteile der Hölzer selbst nicht nur an sich ganz unschädlich und zur Ernährung der Tiere und Pflanzen wohlgeeignet, sondern werden auch, soweit sie organischer Natur sind, selbst in ganz kleinen Flussläufen durch Oxydation rasch und vollkommen beseitigt.

Um indess die Reinigung der Kochlaugen nicht zu einer für die Fabrik unerschwinglichen Last zu machen, verbindet Dr. Frank diesen Prozess mit der Wiedergewinnung der schwefligen Säure, die er zusammen mit Harzen, Farbstoffen und stickstoffhaltigen Bestandteilen in Form des schwer löslichen, einfach schwefligsauren Kalkes niederschlägt, worauf die von ihren schädlichen Bestandteilen befreiten Flüssigkeiten durch Behandlung mit Luft und Kohlensäure eine weitere chemische Reinigung erfahren, wobei neben der Oxydation der Aldehyde auch die geringe Menge gelösten Monosulfits in ganz unschädlichen Gyps verwandelt wird.

Der an sich sehr unreine Niederschlag an schwefligsaurem Kalk wird nach dem Absetzen in Filterpressen oder in sonstigen geeigneten Apparaten nach Dr. Frank's patentirtem Verfahren von den mitgefällten organischen Substanzen, welche seine Wiederverwendung zur Laugenbereitung unmöglich machen, befreit und liefert dann einen ganz reinen schwefligsauren Kalk,

der mit Wasser aufgeweicht und in den Frank'schen Laugenapparat gebracht nur durch Zuführung von schwefliger Säure zu einer der frischen Sulfitlösung vollkommen gleichwertigen Lauge verarbeitet wird.

Als Minimum der durch dieses Wiederbringungsverfahren zu erzielenden Ersparniss garantirt Dr. Frank 33% derjenigen Schwefelmenge, welche für die ursprünglich in die Kocher gebrachte Sulfitlösung nötig war, so dass, wenn p. Kubikmeter Lauge ohne Wiedergewinnung 17 Kilo Schwefel erforderlich waren, sich dieser Bedarf bei Anwendung des Wiedergewinnungsverfahrens auf zwei Drittel = circa 11 Kilo reduzirt; die oben berechneten Gesammtkosten p. Kbmt. Sulfitlauge auf 33% also auf 2 M. herabgehen.

Da indess die theoretisch ermittelte Menge der im Kochprozess unverändert bleibenden SO_2 circa 70% beträgt, so kann man bei sorgfältiger Ausführung der Wiedergewinnung darauf rechnen, bis zu 50% der schwefligen Säure aus den Sulfitlaugen wieder zu erlangen und den Bedarf an Schwefelmaterial also auf die Hälfte des bisherigen zu reduzieren.

Die Einführung des Frank'schen Laugenreinigunngs- und Wiedergewinnungsverfahrens wurde in Folge Gutachtens der bekannten Chemiker Professor Dr. Medicus in Würzburg und Hofrat Professor Dr. Engler in Karlsruhe für die Cellulosefabrik in Aschaffenburg amtlich vorgeschrieben und auf Grund der bei seiner Durchführung erzielten vollkommen befriedigenden Resultate, die gegen den Betrieb der Fabrik erhobenen Einsprüche und Klagen in allen Instanzen abgewiesen. Die Fabrik in Aschaffenburg giebt die täglichen Kosten des Verfahrens auf 12 Mark, den Wert des wiedergewonnenen Schwefelmaterials auf 35 Mark, den Wiederverbrauch von letzteren auf 40% an, sodass also neben Beseitigung der bezüglich des Laugenabflusses früher bestandenen grossen Schwierigkeiten noch ein täglicher Überschuss von 23 Mark verbleibt, durch welchen sämtliche auf die Anlage verwendeten Kosten innerhalb kürzester Zeit amortisiert werden. Nach Mitteilung des Erfinders sind jetzt in Deutschland, Österreich und Schweden eine grössere Anzahl von Cellulosefabriken mit Einführung seines Verfahrens beschäftigt und hat Dr. Frank bei der neuen Zellstoffanlage der Munkedal Actiebolag Uddevalla sogar Garantie für Erhaltung des durch Gitter abgeschlossenen Fischbestandes des Mühlgrabens übernommen.

Nach alledem erscheint das Frank'sche Verfahren der Laugenreinigung und SO_2 Wiedergewinnung als eine für die Zellstofffabriken wie für deren Nachbarn gleich günstige Lösung der bisher so schwierigen Frage.

Einen vollkommenen Abschluss wird die Abwasserfrage aber erst erreichen, wenn die von Dr. Frank bereits nachgewiesene Verwertbarkeit der in den Laugen reichlich enthaltenen Kohlehydrate für Fütterungszwecke durchgeführt wird. Die Zusammensetzung der von SO_2 und Harzen befreiten Kochlaugen kommt nach seinen Untersuchungen derjenigen der Melassenschlempe nahe, hat aber vor letzterer den Vorzug, mehr Zucker (bis zu 18% der Trockensubstanz) und weniger Salze zu enthalten. Die von anderer Seite angestrebte Gewinnung von Anilin aus den Laugen, sowie ihre Benutzung zur Darstellung von Alkohol, Essigsäure und Holzgeist, erfordert, wenn überhaupt lohnend, jedenfalls sehr komplizierte Anlagen, sodass man einstweilen gut thun wird, nur deren landwirtschaftliche Verwertung als Viehfutter oder auch in der noch einfacheren Form zum Berieseln und Düngen von Feldern und Wiesen ins Auge zu fassen und energisch durchzuführen. Die Möglichkeit, aus dem chemisch noch beinahe ganz unerforschten Material später für die Technik brauchbare Stoffe auszuscheiden, bleibt ja dann noch immer offen, während einstweilen mit verhältnismässig kleinen Mitteln an Stelle der früheren Unzuträglichkeiten sowohl für den Fabrikanten als für die Umwohner Nutzen geschaffen werden kann.

Ganz abgesehen von dieser landwirtschaftlichen Verwertung ist dieses Verfahren aber für alle solche Fabriken anwendbar, welche jetzt wegen des Abflusses der Kochlaugen Schwierigkeiten haben, da die von ihren direkt schädlichen Bestandteilen und auch von Proteïnstoffen befreite Lauge schon aus letzterem Grunde zu Gährungs- und Fäulnis-Prozessen, wie zur Algenbildung weniger Anlass bietet und selbst bei mässiger Verdünnung in kleinen fliessenden Gewässern durch den Sauerstoff der Luft und des Wassers rasch eine vollkommene Oxydation und Selbstreinigung erfährt, welche durch Gegenwart von schwefliger Säure verhindert oder doch sehr verlangsamt wird. Ausserdem erfordern die 0,6—0,75 % schwefliger Säure enthaltenden ungereinigten Kochlaugen nach den Versuchen von Dr. Weigelt-Rufach, beim Einlassen in zur Fischzucht benutzte Gewässer eine Verdünnung, welche etwa dem 1500fachen ihres

eigenen Volumens entspricht. Für eine Kocherfüllung von 60 Kubikmeter müssen daher, um diesen Ansprüchen zu genügen 90000 Kbm. Wasser disponibel sein, ein Quantum, das kleinere Flüsse nicht überall und zu jeder Jahreszeit bieten.

Hierzu ist nur noch zu erwähnen, dass die ungereinigten Abwässer die Algenbildung im Flussbett allerdings ausserordentlich begünstigen und dass namentlich bei kleinen Wasserläufen dieser Übelstand um so mehr zu Tage tritt, als die Laien darinnen eine direkte Verunreinigung durch Cellulosefasern sehen. Merkwürdigerweise bilden sich die Algen meist hauptsächlich in der kälteren Jahreszeit und verschwinden im Sommer fast ganz. Sind sie aber einmal da, so kann man sie kaum wieder beseitigen, wenn auch jeder Zufluss von Lauge vollständig aufhört, denn Verfasser hat beobachtet, dass noch 5 Jahre nach dem Eingehen einer Fabrik die Algen des Winters im Flussbett regelmässig wieder erscheinen.

Auch bei Natron-Zellstofffabriken kann die abgehende Lauge zur Darstellung von Viehfutter benutzt werden. Ein Herr Voigt hat darauf ein Patent Nr. 33235 genommen und giebt hiernach folgendes Verfahren an: Die inkrustierenden Bestandteile des Strohes und ebenso des Holzes (bestehend aus Kohlehydraten, Proteïnstoffen u. s. w.) machen, von den Tieren aufgenommen, den ernährenden Bestandteil aus und werden vom tierischen Organismus vollständig assimilierbar in Fleisch und Fett umgewandelt. Es verfolgt deshalb der Erfinder den Zweck, diese sehr wichtigen, nährstoffreichen Produkte, welche bei der Cellulosefabrikation mittelst Natrons in die alkalische Kochflüssigkeit übergehen, in Form von Presskuchen als Kraftfutter wieder zu gewinnen und zwar auf die nachbeschriebene Weise: Nachdem der Kochprozess beendet, wird die alkalische mit organischen Stoffen stark versetzte Flüssigkeit mit Schwefelsäure bis zur Neutralisation versetzt, wobei sich unter Bildung von Natriumsulfat (Glaubersalz) alle (bis auf wenig Farbstoff) in der alkalischen Flüssigkeit gelösten organischen Stoffe in Form eines höchst fein zerteilten Niederschlags ausscheiden. Dieser Niederschlag wird nun durch Pressen mittelst Filterpresse von der Natriumsulfatlösung getrennt, hierauf noch einmal mit Wasser gewaschen und nochmals gepresst und so in Form von Kuchen zur Trockne und in den Handel gebracht. — Das so gewonnene Produkt hat einen angenehmen, an frisches Heu erinnernden Geruch und Geschmack und wird von Pferden, Rindern und

Schafen gern gefressen. Dasselbe dürfte in Folge seiner höchst feinen Zerteilung, sowie seiner hervorragend nährstoffreichen, vom tierischen Organismus fast vollständig assimilierbaren Bestandteile eine hervorragende Stelle unter den bis jetzt im Handel existierenden Kraftfuttermitteln einnehmen.

Was die noch übrige sogenannte Mutterlauge (Natriumsulfatlösung) anbetrifft, so wird dieselbe in einer Abdampfpfanne bis zur Krystallisation eingedampft und als Krystallglaubersalz in den Handel gebracht. Nach der Ansicht Anderer ist das nach dem Verfahren von Voigt erhaltene Viehfutter kein „Kraftfutter“ im wirtschaftlichen respektive landwirtschaftlichen Sinne des Wortes, da es keine Proteïnstoffe (Eiweiss u. s. w.) enthält, sondern diese bei dem Kochen des Holzes mit den Ätzlaugen bereits zerlegt werden. Jedenfalls aber ist das Futter brauchbar.

Um die schädliche Wirkung der Ablaugen zu verhüten, haben sich Alexander Kumpfmiller in Höcklingsen und E. Schultgen in Iserlohn das in der Pap. Ztg. 1895, Seite 2030 erwähnte Verfahren durch D. R. P. Nr. 81338 schützen lassen.

Die aus den Kochern kommenden Ablaugen fliessen aus dem Behälter *A* ununterbrochen in den Turm *B*, welcher mit einem Gitterwerk von Steinen gefüllt ist und zur Erwärmung der Ablaugen unter gleichzeitiger Kühlung der Röstgehäuse dient. Eine Verteilungsvorrichtung lässt die Laugen gleichmässig durch den ganzen Querschnitt des Turmes herabrieseln; sie sammeln sich im Schiff *F*. Am Fusse des Turmes treten die heissen Röstgase aus dem Kiesofen *D* durch Rohr *E* in den Turm, geben

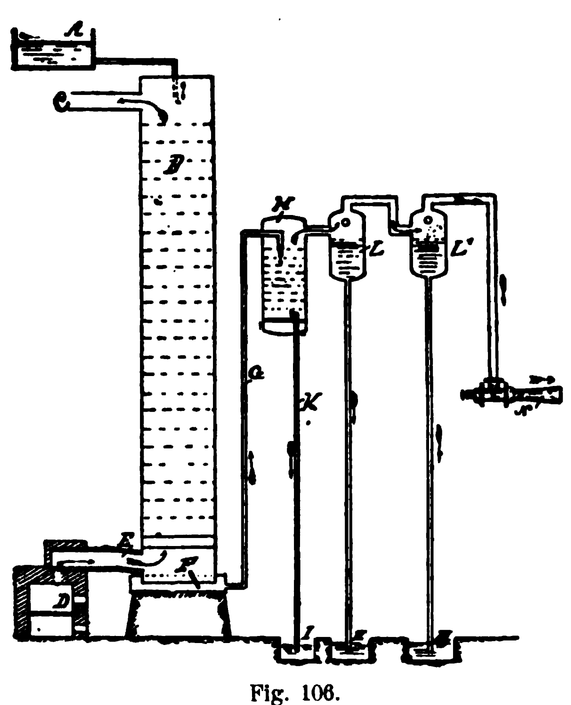


Fig. 106.

ihre Wärme an die herabrieselnden Laugen ab und verlassen gekühlt den Turm durch Rohr *C*, welches sie den Absorptionsapparaten zuführt.

Durch die Einwirkung der Röstgase auf die Laugen findet eine Umsetzung der in den ersteren enthaltenen Schwefelsäure mit dem in den letzteren enthaltenen schwefligsauren Kalk statt, nach der Gleichung:

$$SO_3 + Ca\,SO_3 + H_2O$$
$$= Ca\,SO_4 + SO_2 + H_2O.$$

Es wird also die in den Ablaugen enthaltene, an Kalk gebundene schweflige Säure freigemacht, während gleichzeitig die Röstgase von ihrem Gehalt an Schwefelsäure befreit werden, wodurch die Bildung von Gypskrusten in den unteren Teilen der Absorptionsapparate vermieden wird.

Aus dem Schiff des Turmes steigen die heissen Ablaugen durch das Rohr *G* in einen Vacuumapparat *H* und fliessen als eingedickte Flüssigkeit ununterbrochen durch Rohr *K* in den etwa 10 m tiefer stehenden Sammelbehälter I ab.

Mit dem unter dem Einfluss des Vacuums sich entwickelnden Brodem in den Einspritzkondensator *L*, welcher mit Kalkwasser gespeist wird, werden die Wasserdämpfe kondensiert und die schweflige Säure gebunden; das Kondensationswasser kann daher nach vorheriger Kühlung teils von neuem als Einspritzwasser benutzt, teils als sogenannte Halblauge auf die Absorptionstürme gepumpt werden.

Man kann auch zwei Einspritzkondensatoren verwenden, in diesem Falle wird der eine *L* mit Wasser zur Kondensation der Wasserdämpfe, der andere L_1 mit Kalkwasser zur Bindung der schwefligen Säure gespeist, so dass der sich bildende schwefligsaure Kalk getrennt von dem Kondensationswasser im Sammelbehälter III aufgefangen werden kann.

Der Strahlapparat *N* dient zur Erzeugung der Luftleere bei Inbetriebsetzung der Anlage; er kann auch zum Abführen der aus dem ersten Kondensator entweichenden schwefligsauren Gase unmittelbar in das Rohr *C* verwendet werden.

Ein neues Patent zur Verwertung der Kochlaugen haben die Aktiengesellschaft Xylolyse in Zawadski und Dr. Emil Meyer in Berlin genommen (D. R. P. Nr. 45951) auf ein „Verfahren zur Gewinnung der flüssigen Destillationsprodukte aus den Zellstoff-Kochlaugen.“ Es ist in der Pap. Zeit. 1889 Nr. 19 abgedrukt und lautet wie folgt: Bei der Zellstoff-

gewinnung aus Holz wird fast die Hälfte des Gewichts der wasserfreien Masse desselben durch die Kochlaugen in Lösung gebracht. Durch Wärmezufuhr mittelst Dampfschlangen lässt sich die Ablauge des Natronverfahrens bis auf 35° *B.* verdicken. Diese eingedickte Lauge wird mit 40 bis 55 Gewichtsteilen Holzkohle gemischt, und dann in gleichmässige, haltbare und transportfähige Stücke geformt, die ein weiteres Trocknen in Heizkammern ermöglichen, sowie auch sofort mit dem ursprünglichen Wassergehalt in glühende Retorten eingetragen werden können, ohne die letzteren durch plötzliche Abkühlung zu beschädigen und ohne beim Verkohlen die Form zu verlieren.

Die Destillation, das Dämpfen und Erkalten der rückständigen Holzkohle, die Auffangung des Theers, des Gaswassers und des Gases unterscheiden sich in keiner Weise von den bisher bekannten ähnlichen Vorgängen. Nur das Destillat selbst ist von denjenigen der gewöhnlichen Retordenholzverkohlung insofern verschieden, als Ameisensäure, Essigsäure u. s. w. und die übrigen sauren Theerverbindungen nicht auftreten, sondern nur Methylalkohol, Aceton u. s. w. und verschiedene Aminverbindungen im Destillationswasser gelöst werden, auch ein Theer von anderer Beschaffenheit gewonnen wird. Daraus entstehen für den Betrieb die Vorteile, statt des Kupfers für die Kondensationsgefässe Eisen anwenden und bei der Rektifikation des Gaswassers dessen leichtflüchtige, wertvolle Produkte schon durch Abdestillieren eines kleinen Teiles gewinnen zu können.

Sollen die sauren Laugen des Sulfitverfahrens in dieser Weise verarbeitet werden, so müssen dieselben zunächst von der freien Säure befreit werden. Da ferner der gelöste Kalk bei seiner Anhäufung den Kohlenrückstand schliesslich entwerten würde, so empfiehlt sich ein Ausfällen desselben als Gyps durch Zusatz von Glaubersalz, welches aus der Kohle stets wiedergewonnen wird.

Bei der Destillation der Sulfitlaugen und auch der alkalischen, Schwefelnatrium haltenden Laugen der sogenannten Sulfatcellulose entstehen ausser dem Aceton und dem Methylalkohol noch andere flüchtige, schwefelhaltige, mercaptan- und senfölartige Verbindungen, welche weder vollständig kondensirt noch bei der Verbrennung des gewonnenen Gases, dem sie beigemischt bleiben, unschädlich gemacht werden.

Die Kohlelaugenwürfel behalten nach dem Ausglühen fast vollständig ihre Form und gestatten selbst in heissem Zustande

das Herausziehen mittelst Krücken in die zum Abkühlen dienenden verschliessbaren Kasten, können jedoch auch, falls es auf Erhaltung scharfer Kanten ankommt, in den bekannten beweglichen Retorten verkohlt werden, welche das Erkalten ohne Berührung des Inhaltes ermöglichen. Der entstandene Staub wird wegen des Gehaltes an Alkali sorgfältig gesammelt und kommt bei der darauf erfolgenden Auslaugung durch Wasser, auf die grossen Stücke zu liegen. Nach der Erschöpfung der Holzkohle wird dieselbe aufs neue zur Vermischung mit eingedampfter Ablauge verwendet.

In dem Bestreben, die durch Unschädlichmachung der Ablaugen entstehenden Kosten einigermassen zu verringern, ist man von verschiedenen Seiten auf eine gewisse Nutzbarmachung der Laugen gekommen.

So hat z. B. Daniel Ekmann in London ein Verfahren angegeben, durch Zusatz von einem oder mehreren Salzen das Dextron daraus zu gewinnen, welches ein dem Dextrin ähnliches Erzeugnis ist.

Andererseits hat auch Prof. A. Mitscherlich in der P. Z. 1893, Seite 3222 ein Verfahren zur Erzeugung von Gerbmaterialien, Klebstoffen und anderen Stoffen durch Osmose der Sulfitzellstofflaugen veröffentlicht. Ob sich diese beiden Vorschläge in der Praxis bewährt haben, ist Verfasser leider nicht bekannt geworden.

Eine andere Nutzbarmachung, vielmehr Wiedergewinnung gebrauchter Sulfitlaugen geschieht durch Apparate, welche die bekannte Maschinenbauanstalt Golzern baut, und welche die P. Z. 1893, auf Seite 1736 veröffenlicht.

Bei der Sulfitstofffabrikation geht ein starkes Drittel der schwefligen Säure verloren, etwa ein Sechstel bleibt in den Ablaugen, und läuft mit dem Waschwasser ab, und ebenso viel entweicht mit Abdampf in die Atmosphäre. In dieser Weise werden kaum zwei Drittel der in den Kocher gebrachten schwefligen Säure, manchmal auch noch weniger, ausgenutzt.

Um obigem Übelstande abzuhelfen, hat Direktor Rudolf Kron in Golzern eine einfache Einrichtung erfunden, zum Zwecke der Nutzbarmachung, oder besser gesagt, der Zurückgewinnung der in den Abwässern und dem Abdampf enthaltenen Schwefligsäure. Die praktische Erprobung ergab auch wirklich eine Schwefel-Ersparnis von 30—40 Prozent, d. h. eine Preisermässigung auf die Tonne Zellstoff von 5—10 M.

Gleichzeitig wird die jetzt ziemlich allgemeine Verunreinigung der Luft und des Fabrikationswassers verhütet.

Die P. Z. 1893, Seite 1280 veröffentlicht ein anderes Verfahren zur Reinigung und Ausnutzung der bei der Sulfitstoff-Fabrikation abfallenden Kochlaugen von Viggo Beutner Drewsen in Bonsdalen (Norwegen) D. R. P. 67889.

Das Verfahren beruht in der Behandlung der gebrauchten Kochlaugen mit kaustischem, möglichst kohlensäurefreiem Kalk bei höherer Temperatur und unter Anwendung von Druck.

Wird die in der Sulfitzellstoff-Fabrikation gebrauchte Kochlauge, die einen ausgeprägt sauren Charakter besitzt, bei gewöhnlicher Temperatur mit kaustischem Kalke versetzt, so vereinigt sich derselbe mit der noch vorhandenen schwefligen Säure zu Calciummonosulfit. Die nunmehr veränderte Laugenflüssigkeit verliert die Fähigkeit einen Teil der organischen Substanzen, welche in der sauren Lösung gelöst waren, in Lösung zu halten, und es wird derselbe mit dem Calciummonosulfit zugleich niedergeschlagen. In gleicher Weise wie bei gewöhnlicher Temperatur verläuft der Prozess bei Siedehitze.

Ganz anders indessen gestaltet sich die Einwirkung des kaustischen Kalkes auf die Sulfitlauge, wenn man beide zusammen in einem geschlossenen Gefäss unter Druck auf höhere Temperaturen erhitzt.

Der Kalk ist dann nämlich im stande, die in der Abgangslauge aufgelösten, aus den inkrustierenden Substanzen des Holzes herrührenden organischen Verbindungen zu zersetzen. Filtriert man dann den durch Behandlung der Abgangslauge mit kaustischem Kalke, bei etwa 6 Atm. Druck erhaltenen Bodensatz, und behandelt ihn mit Salzsäure, so entweichen grössere Mengen schwefliger Säure, während gleichzeitig ein in Wasser und Säure unlösslicher Bodensatz von organischen Substanzen, verunreinigt durch schwefelsauren Kalk, zurückbleibt. Die von dem ursprünglichen, durch den kaustischen Kalk erzeugten Bodensatz abfiltrierte hellgelbe Lauge, hinterlässt beim Eindampfen nur noch einen kleinen Bruchteil von den in der Abgangslauge enthaltenen Substanzen, da sowohl die leichter zersetzbaren, schwefelhaltigen Verbindungen, als auch die Hauptmengen der organischen, sogenannten inkrustierenden Bestandteile ausgefüllt sind. Auf diesen Vorgang gestützt, ist es mithin möglich, mit einem so billigen Mittel, wie es der kaustische Kalk ist,

1. die gebrauchte Lauge zu reinigen und dieselbe auf einfache und unschädliche Weise zu beseitigen;
2. Stoffe zu gewinnen, die für die Industrie von wesentlicher Bedeutung sind.

In der praktischen Ausführung vollzieht sich das vorliegende Verfahren in folgender Weise:

Nach Beendigung des Kochprozesses wird die gebrauchte Lauge unter Druck in einen mit Rührern versehenen, luftdicht verschliessbaren Behälter übergeführt, in welchem sich die erforderliche Menge kaustischen, möglichst kohlensäurefreien Kalkes schon vorher befindet. Wegen der sofortigen Abstumpfung der schwefligen Säure kann dieser Behälter aus Eisen bestehen. Sobald die Abgangslauge vollständig in den Behälter übergeblasen ist, wird Dampf zugelassen, die Rührer in Bewegung gesetzt, und die Temperatur so lange auf einer gewissen, etwa 6 Atm. Druck entsprechenden Höhe erhalten, bis eine Probe zeigt, dass die Reaktion bendet ist. Sobald dies der Fall ist, wird der Inhalt des Behälters in einer Filterpresse filtriert. Die ablaufende hellgelbe Flüssigkeit mit alkalischer Reaktion, wird, wenn erforderlich, mit Kohlensäure behandelt, indem man mittelst eines Körtingschen Injektors die Verbrennungsprodukte aus einem Schornstein über dieselbe streichen lässt, um die Alkalinität abzustumpfen. Der abfiltrierte Bodensatz, welcher aus Calciummonosulfit, Gyps und der Kalkverbindung der aus den inkrustierenden Substanzen des Holzes gebildeten organischen Stoffe besteht, wird nun an Stelle von Kalkstein oder Kalkmilch zur Herstellung der Bisulfitlauge benutzt. Ungelöst bleiben bei der Behandlung mit schwefliger Säure hauptsächlich die organischen Verbindungen, welche mittelst einer Filterpresse abfiltriert werden, während das Filtrat in die Sulfitzellstoff-Fabrikation zum Kochen von Holz ganz wie dewöhnliche Bisulfitlauge zurückwandert. Auf diese Weise wird ein Viertel bis die Hälfte von der ursprünglichen Schwefelmenge wiedergewonnen. Die organischen Substanzen, welche durch diese Methode gewonnen werden, lassen sich zu verschiedenen Zwecken verwenden.

Als deutliches Beispiel von der Richtigkeit des vorher angeführten Dr. A. Frank'schen Vorschlags, die gereinigten Abwässer zur Berieselung zu verwenden und dadurch zugleich eine Selbstverbesserung des verunreinigten Flusswassers herbeizuführen, möge ein Fall aus der Praxis dienen, den besagter Herr in der „Pap. Ztg.“ 1889 Nr. 19 veröffentlichte: Es handelt

sich dort um die Verunreinigung eines kleinen Baches, der im ganzen etwa nur 1 Kbm. Wasser p. Minute führt, durch die Abwässer einer Sulfitcellulosefabrik. Dr. Frank war als Sachverständiger ernannt, sein Urteil abzugeben, ob die Klagen, dass das Wasser weder zu Wirtschaftszwecken noch zum Berieseln der Wiesen mehr brauchbar sei, berechtigt wären und ob Abhilfe geschaffen werden könne. Es ist nun wissenschaftlich genau nachgewiesen, dass mit gelösten organischen Stoffen verunreinigtes Wasser sich bei längerer Berührung mit Luft, namentlich bei starkem Gefälle wieder verbessert und reinigt, dass sich also bei diesem Vorgange der im Wasser gelöste Sauerstoff wirksamer zeigt, als der minder aktive Sauerstoff der Luft. Da aber Wasser bei Gegenwart von schwefliger Säure keinen Sauerstoff enthalten kann, so konnte auch die Selbstreinigung von mit grösseren Mengen Sulfitlauge gemischten Wasser nur gering sein. Dennoch lässt sich selbst in diesem ungünstigsten Falle eine Verminderung der organischen Stoffe bei gleichzeitiger Oxydation der schwefligen Säure zu SO_3 (Schwefelsäure) bestimmt nachweisen.

Nachfolgende Analysen, welche nur die hier einschlägigen Zahlen angeben, dienen dafür als Beleg:

Probe 1.

Das Bachwasser enthielt bei seinem Eintritt in die Fabrik in einer Million Teilen: Gesamtrückstand von 150 mg im Liter; davon organische Stoffe 78, Kalk 42, schweflige Säure 0.

Probe 2.

Gemisch von Kochlauge und Laugen-Waschwasser enthielt beim Auslauf aus den Recipianten in einer Million Teilen: Gesamtrückstand 58450 mg; davon: Organische Stoffe 42200, Kalk 5658, schweflige Säure 1669.

Probe 3.

Das 5 km unterhalb der Fabrik geschöpfte Bachwasser enthielt noch in einer Million Teilen: Gesamtrückstand 1600 mg, davon organische Stoffe 600, Kalk 184, schweflige Säure 35. Da nun der Kalk in den Sulfitlaugen und Abwässern hauptsächlich in der leicht löslichen Verbindung mit Ätherschwefelsäure enthalten ist, und auch die kleineren Mengen von schwefelsaurem und schwefligsaurem Kalk in den sauren Kochlaugen gelöst bleiben, so bietet sich in dem aus diesem Grunde unveränderlichen Kalkgehalte der Flüssigkeiten ein Mittel, ihre Verdünnung mit anderem Wasser ausreichend genau fest-

zustellen. Um die Berechnung nicht unnötig zu komplicieren soll dabei (NB. zu Ungunsten der fraglichen Fabrik) auf den ursprünglichen Gehalt des Bachwassers an Kalk und organischen Stoffen keine Rücksicht genommen, dieses vielmehr als ganz reines Wasser eingesetzt werden. Es verhält sich dann Abwasserprobe 2 mit 5658 Milliontel Kalk zu Bachwasserprobe 3 mit 184 Milliontel Kalk wie 1 : 30, oder mit anderen Worten: Die Kochlauge 2 ist bei Schöpfstelle 3 auf das Dreissigfache verdünnt. Enthielt also eine gewisse Menge der ursprünglichen Lauge Probe 2 an Kalk 100 Teile, so sind in der gleichen Flüssigkeitsmenge — gleichem Volumen — bei Probe 3 nur noch 100 : 30 = 3,33 Kalk enthalten. Würden nun die organischen Stoffe und die SO_2 keine Veränderung durch Oxydation oder Selbstreinigung erleiden, so müsste sich auch bei diesen in Probe 3 die gleiche, lediglich durch Verdünnung bewirkte Abnahme von 100 auf 3,33 zeigen. Die Analyse ergiebt aber von 100 ursprünglicher schwefliger Säure bei 3 nur noch 2,08 gegen ein Soll von 3,33 und von 100 organischen Stoffen nur noch 1,33 gegen ein Soll von 3,33. Es sind mithin von den organischen Stoffen etwa 61% und von der SO_2 etwa 36% auf dem Wege bis zur Schöpfstelle 3 durch Oxydation zerstört oder unschädlich gemacht. Diese Selbstreinigung des Wassers wäre, namentlich betreffs der organischen Stoffe, noch weitergehend, wenn die SO_2, welche bekanntlich konservierend und gährungsverhindernd auf organische Stoffe wirkt — Schwefeln von Hopfen und Wein, Bierfässern, Einmachegläsern — nicht durch ihre Gegenwart die Wirkung des Sauerstoffs hinderte. In einem von SO_2, von Anfang an befreiten Abwasser wird also die Selbstreinigung noch kräftiger erfolgen, als bei dem jetzigen an diesem auch in anderer Beziehung schädlichsten Bestandteile noch verhältnismässig reichen Abwasser. Bei der Entfernung der SO_2 nach dem Frank'schen Verfahren tritt aber noch der günstige Umstand hinzu, dass auch die stickstoffhaltigen Bestandteile, welche für Pilzbildungen den fruchtbarsten und geeignetsten Nährboden bilden, beseitigt werden.

Eine weitere durchgreifende Reinigung, die zwar bei wasserreichen Flussläufen kaum in Frage kommt, würde gerade in diesem Fall durch Benutzung des kleinen Baches für Rieselzwecke, erreicht werden, da der Erdboden durch seine absorbierende und oxydierende Einwirkung nicht nur die organischen Stoffe, sondern auch den Kalkgehalt vermindert. Bei dieser

Berieselung würden auch die höchst wertvollen Aschenbestandteile des Holzes, Kalisalze u. s. w. gute Wirkung thun.

Um das Verhalten gereinigter Laugen auch durch den Versuch festzustellen, wurde ein Teil der Ablauge, Probe 2, nach dem Frank'schen Verfahren von schwefliger Säure und Harzen befreit. Obgleich die Flüssigkeit nach dieser Operation etwas dunkler erschien als die saure Lauge, zeigte sie nach dem Verdünnen mit der dreissig-fachen Menge Wasser und längerer Berührung mit Luft einen beinahe um die Hälfte niedrigeren Gehalt an organischen Stoffen als Probe 3 und ebenso war die Färbung nach dem Zusatz von Wasser heller. Noch deutlicher aber trat der Erfolg der Reinigung dadurch hervor, dass, während Probe 3 trotz ihres hohen Schwefligsäuregehaltes bereits innerhalb 2 Tagen stark getrübt erschien, die aus gereinigter Lauge in gleicher Verdünnung hergestellte Probe sich unter denselben Verhältnissen 8—10 Tage völlig klar erhielt. Weniger schwierig war es noch, den zahlenmässigen und seither auch durch Ausführung im Grossen erprobten Nachweis zu führen, dass die mit Reinigung der Ablaugen verbundene Wiedergewinnung der SO_2 neben Deckung aller Kosten noch einen namhaften Überschuss liefert.

Auf Grund dieser Ergebnisse konnte in dem angeführten Falle nun das Gutachten dahin abgegeben werden;

1. Dass die in Frage stehenden Abwasser der betreffenden Sulfitcellulosefabrik, nachdem sie von SO_2 und Harzteilen befreit sind, der Vegetation in keiner Weise schaden, sich vielmehr zum Berieseln von Wiesen und Ackerland ganz besonders eignen, da sie zahlreiche wertvolle Pflanzennährstoffe enthalten.

2. Dass die gereinigten, dem Fluss zugeführten Abwasser Fischen und Warmblütern nicht nachteilig, auch für viele Wirtschaftszwecke brauchbar sind, da zahlreiche Quellwasser, welche zur Versorgung von Städten dienen, einen höheren Kalkgehalt zeigen, als das Bachwasser von Probe 3.

Obgleich nun den meisten Sulfitstofffabriken für Aufnahme ihrer Abgänge grössere Flussläufe zur Verfügung stehen, so ergiebt doch der hier vorliegende extreme Fall, dass nur die Entfernung der direkt schädlichen Stoffe aus den Abwassern der Sulfitlauge nötig ist, während man für die Beseitigung der an sich ganz unschädlichen gelösten organischen Stoffe, Zucker, Anyloide u. s. w. getrost auf die kräftige Selbstreinigung im Flusslauf rechnen kann.

Einige behördliche Vorschriften, die sich bereits bewährt haben, sind folgende:

Die Kocherlaugen, oder vereinigte Kocherlaugen und Waschlaugen sind mit Ätzkalk zu behandeln, so dass sie beinahe, aber nicht ganz neutral werden. Der letzte Rest von Säure ist durch langsame Behandlung mit Kalkstein zu entfernen, während die Luft Zutritt hat.

Um letzteren Vorgang zu regeln, sind undurchlässige Sammelteiche anzulegen, welche das vierzehnfache der täglich entstehenden Menge von Kocherlaugen fassen und aus welchen nur am oberen Rande abgelassen wird.

Das Ablassen darf erfolgen, wenn völlige Neutralität und Ruhe der Flüssigkeit eingetreten ist, jedoch nur in Wasserläufe, welche mindestens eine fünfhundertfache Verdünnung der jedesmaligen Abflüsse bewirken.

Eine weitere Ursache der Verunreinigung des Wassers können unter Umständen in Cellulosefabriken auch die in Halden abgelagerten Kiesrückstände geben. Bei starkem Regen werden dieselben ausgelaugt, und das abfliessende Wasser wirkt wie die anderen ungereinigten Abwässer schädlich, muss also so abgeleitet werden, dass es in die vorhandenen Abwasserteiche fliesst und mit den übrigen Abwässern entsprechend gereinigt oder versickert werden kann. Die Rückstände geben an sich ein sehr gutes Material für Wege, da sie solche hart und doch durchlässig machen, auch jede Vegetation auf den Wegen selbst nicht aufkommen lassen; andererseits wird aber auch an den Rändern, besonders bei und nach Regen, alles Gras zerstört, was oft keinen hübschen Eindruck macht.

Wenn die Kiesrückstände in der Nähe des Flusses gelagert sind, kann leicht grosser Schaden dadurch geschehen, dass bei Hochwasser die Rückstände über Felder und Wiesen fortgeführt werden und dadurch eventuell grosse Flächen auf Jahre hinaus wenigstens teilweise unfruchtbar gemacht wären.

Die Nachbarschaft von Cellulosefabriken beklagt sich aber fast durchweg mit mehr oder weniger Recht auch noch über Luftverunreinigung und dadurch herbeigeführte Schäden. Bei den Sulfit-Cellulosefabriken ist das Übel, besonders wenn keine Wohnhäuser in nächster Nähe stehen, nicht allzuschlimm, da der störende Geruch nur auftritt, wenn irgendwo nicht gehörig aufgepasst worden ist. Ausserdem ist der Geruch eigentlich nicht gerade übel, zwar etwas scharf, aber z. B. lange nicht

so ekelhaft, als der den Lumpenkochern der Papierfabriken entströmende, nicht so erstickend wie der Chlorgasgeruch und wie gesagt ist in der Nachbarschaft einer solchen Sulfit-Cellulosefabrik niemals eine so gleichmässig verpestete Atmosphäre zu finden, wie sie manche chemische Fabriken fortwährend umgiebt. Allerdings hat die gasförmig austretende schweflige Säure, wie schon öfter erwähnt, die Eigenschaft, die Vegetation zu schädigen und deshalb können von Zeit zu Zeit Vergütungen für Flurbeschädigungen zu zahlen sein, wenn die Fabrik von Feldern umgeben ist, aber bei einiger Aufmerksamkeit lässt sich das nahezu vermeiden, wenn die Türme hoch genug sind, und das Grundstück, besonders in der Nähe der Kiesöfen, von einer hohen Mauer oder einem dichten Bretterzaun umgeben ist. Oft wurden auf den Grundstücken der Cellulosefabriken verschiedene Obstsorten gefunden, die ganz reichlich tragen, die Belästigung der Nachbarschaft ist also niemals so gross, als dieselbe sie darzustellen beliebt.

Mit grösseren Schwierigkeiten haben in dieser Beziehung die Natron-Zellstofffabriken zu kämpfen. Zum Teil bei der Entleerung der Kocher, zum Teil bei dem Prozess der Sodawiedergewinnung entweichen Dünste, welche mit „faulem Kohlgeruch“ zu vergleichen sind, und welche manchmal so stark auftreten, dass die ganze Gegend auf weite Strecken, je nach der Stärke und Richtung des Windes, in Mitleidenschaft gezogen wird. Trotzdem die sich beim Verdampfen der Kochlaugen vielfach entwickelnden stinkenden Gase über Feuerungen geleitet und dort verbrannt werden, ist der so ausserordentlich belästigende Geruch nur sehr schwer zu vermeiden, besonders da manche Fabrikanten nicht einmal genau anzugeben vermögen, woher eigentlich der hauptsächlichste Gestank kommt. wie man aus Polemiken schliessen kann, die in der Papierzeitung geführt wurden.

Durch die nicht wegzuleugnenden Belästigungen der Nachbarschaft wurden nun in vielen Gegenden die Behörden veranlasst, gegen die Cellulosefabriken auch bezüglich der Luftverunreinigung vorzugehen und zwar geschah dies an manchen Orten in einer Weise, dass die Existenz der Fabriken nahezu in Frage gestellt wurde. Am auffälligsten trat dies in der Kösliner Cellulosefabrik hervor, die 1500 Met. von der Stadt entfernt liegt, und wo die Behörde der betreffenden Fabrik wegen der belästigenden Ausdünstungen für jeden einzelnen Kontra-

ventionsfall 60 M. Strafe (eventuell dem Vertreter derselben 6 Tage Haft) auferlegte. Zu verschiedenen Malen ist diese Strafe auch eingezogen worden, trotzdem ein Gegenprozess angestrengt wurde, der jahrelang währte, und trotzdem man alles that, den Übelstand auf das möglichst geringste Maass herabzumindern. Der Fall ist in der Pap.-Zeit. 1887 Nr. 4 mit allen Gutachten u. s. w. ausführlich beschrieben, weil er eine ernste Gefahr für die ganze Papierfabrikation bedeutet. Alle Zellstofffabrikanten sollten durch gegenseitige Belehrung möglichste Beseitigung der belästigenden Gase und Abwässer anstreben, aber sich auch bei derartigen Kämpfen unterstützen. Nicht nur die Zellstofffabrikation, sondern die ganze chemische und viele andere Industrien wären in ihrer Existenz bedroht, wenn solche Auffassung der Gesetze allgemeine Geltung erlangte. So sehr auch Reinheit von Wasser und Luft erwünscht ist, so wenig zweckmässig erscheint es, dieselben durch Maassnahmen erzwingen zu wollen, welche einen Teil der Bevölkerung ihres Bewerbes berauben. Es ist zu hoffen, dass es allmählich gelingen wird, die unleugbaren Schattenseiten industrieller Thätigkeit zu beseitigen, oder doch auf ein Minimum zu beschränken, wenn nur der Industrie Zeit gegeben wird, die Mittel dazu zu finden!

Die verschiedenen Klagen über Belästigungen haben nun den Behörden Veranlassung gegeben, unter Zugrundelegung der bisher gemachten Erfahrungen und verschiedenseitig eingeführten Verbesserungen, gegen früher verschärfte Genehmigungsbedingungen für die Anlage von Cellulose-Fabriken aufzustellen. Es wird von Interesse sein, am Schluss dieses Kapitels als Beispiel eine solche Genehmigungs-Bedingung kennen zu lernen, wie sie einer badischen Fabrik für die Anlage einer Natron-Cellulosefabrik vorgeschrieben wurde.

1. Der Fabrikant hat das von ihm beschriebene Betriebsverfahren in allen Teilen einzuhalten, insbesondere müssen die Operationen des Kochens, Auswaschens und Eindampfens in vollständig geschlossenen Systemen vor sich zu gehen.

2. Alle Apparatteile (neue und alte Kocher, Ausblasezylinder, Recipienten, Rohrleitungen u. s. w.) in welchen laugenhaltige Flüssigkeiten erhitzt oder unter Druck behandelt werden, müssen vollständig dicht hergestellt sein. Bei der geringsten Undichtigkeit, welche bemerkt wird, ist sofort der betreffende Apparatteil ausser Betrieb zu setzen, zu reparieren und erst

nach Bestehung der vorgeschriebenen gesetzlichen Probe (Attest der Dampfkesselinspektion) wieder in Betrieb zu nehmen.

3. Innerhalb 24 Stunden dürfen nicht mehr als höchstens 8 Kocherfüllungen entleert werden. Behufs Kontrollierung dieser Produktionsgrenze muss das betreffende Betriebsbuch den Beauftragten der Behörde jederzeit zugänglich sein.

4. Die Leitung der Laugen sowohl von den Kochern, als auch von den Ausblasezylindern nach dem Endlaugenbehälter und von diesen nach den geschlossenen Kondensatoren muss durchweg in geschlossenen Röhren geschehen.

5. Der Endlaugenbehälter selbst muss ebenfalls hermetisch gegen die äussere Luft abgeschlossen sein; an demselben ist für das Eindringen der Luft beim Abblasen der Lauge ein sich nach innen öffnendes automatisch wirkendes Ventil anzubringen.

6. Die im Kocher entstehenden Dämpfe müssen kontinuierlich abgeblasen und durch einen Oberflächenkondensator mit Wasserkühlung und genügend grosser Kühlfläche nach 2 abwechselnd funktionierenden Aufnahmebehältern geführt werden, in welchen die Scheidung von kondensierten Ölen und Wasser vor sich geht.

Die Dimensionen dieser Behälter müssen derart sein, dass vor der jeweiligen Entleerung eine vollständige Abscheidung des Öles eingetreten ist. Dieses Öl ist in gut verschlossenen Gefässen abzuführen und muss Einrichtung getroffen werden, dass dasselbe beim Abwässern nicht mit der äusseren Luft in Berührung kommt.

Die im Kondensator nicht verdichteten Gase müssen in geschlossenen Röhren unter eine Feuerung geleitet und dort vollständig verbrannt werden. Aus den Aufnahmebehältern wird das nach Entfernung der kondensierten Öle zurückbleibende Wasser in einen Ausdämpfer gepumpt, wo durch ein Schlangenheizrohr die letzten Reste der flüchtigen Öle und Riechstoffe ausgetrieben und ebenfalls in einer Rostfeuerung verbrannt werden.

7. Die aus dem zweiten Kondensator austretenden Dämpfe dürfen für den Fall nicht mehr zum Erwärmen der Mischerlauge benutzt werden, dass aus ihnen noch unkondensierte Gase austreten sollten: sie sind dann für sich zu kondensieren und die unkondensierbaren Anteile wie unter Ziffer 6, in einer Rostfeuerung zu verbrennen.

8. Sämtliche im Bisherigen besprochenen Gasleitungen, welche unter die Rostfeuerungen führen, müssen in der Mitte

unter den betreffenden Feuerungen in Form einer Brause endigen.

9. Die Feuerwand, welche den Vorraum begrenzt, ist so zu konstruieren, dass ein Undichtwerden derselben ausgeschlossen ist. Sollten sich trotzdem Undichtigkeiten zeigen, so darf keine Lauge in diesem Vorraum abgedampft werden.

10. Vor Eintritt der Ofengase in den Schornstein haben dieselben eine Endfeuerung zu passieren, damit die noch übrig gebliebenen Riechstoffe vollständig verbrannt werden. Sollte es sich hierbei herausstellen, dass die gewöhnliche Rostfeuerung ihren Zweck nicht mit genügender Vollständigkeit entspricht, so ist dieselbe durch eine Regenerativfeuerung mit hoch erhitzter Luft zu ersetzen.

11. Die zum Kochen zugerichteten Ätzlaugen dürfen nicht mehr als 10% Schwefelnatrium von dem Gehalt der Lauge an Soda (Ätznatron und kohlensaures Natron auf letzteres berechnet) enthalten.

12. Die Einhaltung sämtlicher Genehmigungsbedingungen, der in Ziffer 11 vorgeschriebene Maximalgehalt der Laugen an Schwefelnatrium, sowie die Vollständigkeit der Zurückhaltung und Verbrennung der riechenden Gase wird seitens des Bezirksamtes einer ständigen technischen und chemischen Überwachung unterstellt.

13. Die Waschwasser, welche sich beim Auswaschen der dem gekochten Holzstoff anhaftenden Laugen in den Ausblasecylinder ergeben, müssen, einem Genehmigungsbescheid vom 25. Nov. 1885 für die Chlorbleicherei entsprechend, vor ihrer Einleitung in die Murg mit den Abwässern der Chlorbleiche vermengt werden. Die Einleitung dieser Wasser in die Murg ist — wie jene der Chlorwasser — im öffentlichen Interesse jederzeit ohne Entschädigung widerruflich.

14. Sollten sich nach Herstellung der neuen Einrichtungen ungeachtet der Einhaltung vorstehender Bedingungen neuerdings erhebliche Belästigungen für das Publikum aus dem Fabrikbetrieb ergeben, so bleibt es dem Bezirksamt vorbehalten, die zur Beseitigung derselben erforderlichen Anordnungen zu treffen.

Die in dem fraglichen Betriebe getroffenen Änderungen bestehen, soweit sie auf den Umfang der Belästigungen von Einfluss sind, in Folgendem: Das Holz wird nicht mit derselben Lauge fertig gekocht, sondern die Lauge zirkuliert nach und nach in 4 in verschiedenen Stadien befindlichen Kochern, so dass

der Stoff zuletzt mit reiner Lauge in Berührung kommt. Die Kocher werden nicht mehr offen, sondern in geschlossenen Gefässen ausgeblasen und hier gründlich ausgewaschen.

Man erhält hierdurch weniger und konzentriertere Laugen für den Calcinierungsprozess und ferner wird das Öffnen der mit heisser Masse gefüllten Kocher, welches einen Teil der Belästigung der Umgegend hervorgebracht hatte, gänzlich vermieden. Endlich wird auf möglichst vollkommene Verbrennung der bei der Calcinierung entstehenden Gase dadurch hingewirkt, dass der Calcinierofen drei gleichmässig verteilte Feuerungen enthält, sodass am Ende des Ofens alle Gase nochmals eine kräftige, mit starkem Luftzutritt betriebene Feuerung passieren müssen. Über die Abgangsgase dieses Prozesses wurden in verschiedenen Teilen des Ofens und des Kamins aus den verschiedenen Stadien der Fabrikation und zu den verschiedenen Zeiten über 50 Analysen vorgenommen, weil man befürchtete, es könne aus dem, sich aus dem schwefelsaurem Natron bildenden Schwefelnatrium bei Eintritt trockener Destillation, Schwefelwasserstoff entwickelt werden. Diese Vermutung hat sich jedoch nicht bestätigt; Schwefelwasserstoff wurde vielmehr durch die Analyse überhaupt nicht, oder doch nur in so geringen Spuren gefunden, wie er sich in den Abgangsgasen jeder grösseren Steinkohlenfeuerung findet. Es konnte also nicht festgestellt werden, dass die Verwendung schwefelsauren Natrons bei den getroffenen Einrichtungen irgend welche Vermehrung der Belästigungen zur Folge haben werde.

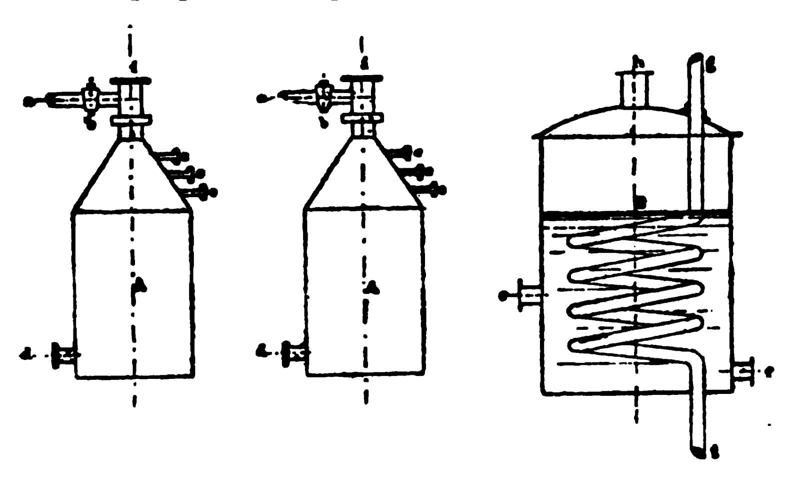


Fig. 107.

Die zur Unschädlichmachung der vom Ablassen der Kocher herrührende Kondensationswassers vorgeschriebenen Einrichtungen nach der Zeichnung, sind aus der Zeichnung Figur 107 zu ersehen, zu deren Erläuterung folgendes zu bemerken ist:

Nachdem die beim Abblasen des Überdrucks der Kocher entstandenen Dämpfe durch einen Kondensator geleitet worden sind, werden die Kondensationswasser und die nicht kondensierten Dämpfe durch die Leitungen *a a* mittelst der Hähne *b b* abwechselnd nach den geschlossenen eisernen Sammelgefässen *A A* geführt. In denselben sammelt sich das Wasser, während die nicht kondensierten Dämpfe durch die Rohre *i i* unter eine Feuerung geführt werden, wo sie mit bläulicher Flamme verbrennen.

Während sich das eine Sammelgefäss *A* füllt, steht das andere 5—6 Stunden lang still, während welcher Zeit sich die öligen Körper oben abscheiden. Letztere werden sodann durch mit Hähne versehene Stutzen *c c c* abgelassen und auf einer Feuerung verbrannt. Die in den Sammelgefässen abgeklärten Flüssigkeiten, welche immer noch Riechstoffe enthalten, werden durch die Rohrverbindungen *d d* und *e* nach dem geschlossenen eisernen Behälter *B* gepumpt und durch die Dampfschlange *g g* erhitzt. Die letzten Reste der Geruchkörper verflüchtigen sich hier und gelangen durch *h* unter eine Feuerung, wo sie ebenfalls verbrannt werden. Das ausgedämpfte und von seinen Riechstoffen befreite Wasser des Behälters *B* wird, nachdem es noch einen Niederschlags- und Klärungsprozess mit Ätzkalk durchgemacht hat, durch *f* abgelassen und wieder in der Fabrikation verwendet.

Man ersieht aus diesen Genehmigungsbedingungen, denen die Vorschriften zur Abhilfe der früheren Belästigungen gleich beigefügt sind, dass es, wenn auch mit Aufwand von nicht unbedeutenden Kosten und Mühen, doch immerhin möglich ist, die bei der Natron-Zellstofffabrikation auftretenden Geruchsbelästigungen zu vermeiden oder doch auf ein Minimum zu beschränken.

Auch für die Sulfit-Cellulosefabriken sind nach Anhörung verschiedener Sachverständigen von manchen Behörden neuerdings strengere Vorschriften erlassen worden, wofür als Beispiel folgende Punkte dienen mögen, welche der Aschaffenburger

Papierfabrik vor der Anlage einer Sulfit-Cellulosefabrik zur Bedingung gemacht wurden;

1. Die Erweiterungsbauten der Fabrikanlage müssen genau nach den vorliegenden Plänen und unter Einhaltung der Vorschriften der allgemeinen Bauordnung vom 19. Sept. 1881 ausgeführt werden.

2. Für den weiter aufzustellenden Dampfkessel ist vorerst noch Zeugnis des Bayrischen Dampfkesselrevisions-Vereins hinsichtlich seiner Sicherheit, sowie der Vollständigkeit und Dichtigkeit seiner Ausrüstungsteile vorzulegen, bevor der Betrieb genehmigt werden kann.

3. Alle Einrichtungen, soweit die chemische Abteilung in Betracht kommt, müssen so beschaffen sein, dass schwefligsaure Dämpfe nicht entweichen können. Es sind deshalb alle Apparate, Absorptions- und Kochapparate und alle Leitungen stets in gut und dicht schliessendem Zustande zu erhalten und der Luftzug in den Schwefelpfannen derart zu regeln, dass schweflige Säure nicht austreten kann.

4. Die Kocherdämpfe dürfen beim Abblasen der Kocher nicht ins Freie entweichen, sondern sind teils durch absperrbare Rohrverbindungen, teils durch einzuschaltende Injekteure in frisch gefüllte Kocher zu leiten.

5. Die Reinigung und Abführung der Abwasser muss getrennt von jenen der Natronzellstoff-Fabrik geschehen. Die verdünnten Kocherlaugen müssen vor ihrem Eintritt in die Aschaff dem Dr. Frank'schen Reinigungsverfahren unterworfen werden, dagegen sind die aus der übrigen Anlage, insbesondere dagegen sind die aus der übrigen Anlage, insbesondere aus den Waschholländern kommenden Wasser mittelst eigener Rohrleitung in die in der Natronzellstofffabrik angelegten Klärbecken behufs Ablagerung mitgeführter Holzfasern zu leiten.

6. Die Zahl der zur Reinigung und Klärung der gewaschenen Kocherlaugen anzulegenden Bassins wird vorerst auf 3 mit einem kubischen Inhalt von je 60 Kbm. und einer Bodenfläche von etwa 309 □ m festgesetzt. Dieselben sind in der Weise anzulegen, dass Seitenwände und Boden im Verhältnis zum Druck der Flüssigkeit genügend stark und vollkommen wasserdicht hergestellt, mit Zementmörtel gemauert und überdies zur Erreichung vollständiger Undurchlässigkeit mit einer 2 cm starken Zementschicht im Innern verputzt werden.

7. Die bei der Reinigung der Abwasser nach dem Dr. Frankschen Verfahren durch Einblasen der Schornsteingase erhaltenen Niederschläge sind, wenn sie nicht als Dungmittel verwertet werden, nach vorherigem Abtrocknen an der Luft, wieder zu verbrennen. Der zur Lagerung dienende Schuppen muss Schutz dagegen bieten, dass durch Auswaschen (Regen u. s. w.) der Schmutz wieder in das Aschaffwasser gelangen kann.

8. Die Ableitung der Abwasser aus dem Klärbecken muss derart geregelt werden, dass in der Sekunde höchstens 1,5 Liter der Aschaff zugeführt werden.

9. Die beim Betrieb verwendeten Kreissägen, sowie sämtliche Transmissionsteile, als Zahnräder, Riemenläufe u. s. w. soweit solche im Bereich des Arbeiters liegen, sind mit genügenden Schutzvorrichtungen zu versehen.

10. In jedem Arbeitsraum, in welchem Maschinen oder Transmissionsteile in Bewegung sind, ist ein Plakat anzubringen, welches in grosser Schrift die Arbeiter anweist, Hantierungen an Treibriemen und das Schmieren der Lager und Transmissionsteile nur bei abgestellter Betriebmaschine vorzunehmen.

11. Der Magistrat behält sich vor, jederzeit unter Zuziehung eines Sachverständigen auf Kosten der Gesuchstellerin eine Kontrolle und Untersuchung des Fabrikbetriebes vorzunehmen.

Dieselbe hat sich zu verpflichten, allen Anordnungen des Magistrates, welche zur Abstellung allenfalls später auftretender Belästigungen, Nachteile und Gefahren der Nachbarschaft oder zur Abstellung der Verunreinigung des Aschaffwassers nötig werden sollten, unweigerlich Folge zu leisten.

Anlage von Cellulosefabriken.

Nach den in den vorhergegangenen Kapiteln behandelten einzelnen Stadien der Cellulosefabrikation und besonders nach den zuletzt angeführten Schwierigkeiten und Erschwerungen durch Adjazenten und Behörden wird es erklärlich sein, dass bei der Neuanlegung einer Cellulosefabrik die allergrösste Wichtigkeit auf die richtige Wahl des Ortes zu legen ist. Da in der Cellulosefabrikation kein grösserer Kraftverbrauch stattfindet, die Dampfmaschinen auch heutzutage so gebaut werden,

dass der Kohlenverbrauch auf ein Minimum reduziert ist, so ist es nicht notwendig, auf billige Wasserkraft zu sehen, sondern vielmehr darauf, dass ein grösserer Fluss in unmittelbarer Nähe ist, der vielleicht die direkte Zufuhr des Holzes oder eines Teiles desselben durch Flössen ermöglicht, eventuell auch die teilweise Verfrachtung des fertigen Fabrikates gestattet und hauptsächlich die Beseitigung der unbequemen, wenn auch vorher gereinigten Abwässer, erleichtert. Dabei muss, wenn es irgend angeht, darauf gesehen werden, dass das Grundstück nicht oberhalb einer Stadt, überhaupt nicht allzunahe einer grösseren Gemeinde oder besonders wertvoller Anpflanzungen und Anlagen liegt. Ist die Herbeischaffung von Holz durch den Fluss nicht direkt möglich, so ist es fast unbedingt nötig, nahe an der Bahn, respektive dem Bahnhof zu liegen und womöglich ein Geleise bis in den Fabrikhof zu besitzen, da die Frachten gerade bei jeder Cellulosefabrik eine ganz bedeutende Rolle spielen. In den seltensten Fällen wird die Fabrik so liegen können, dass sie ihren ganzen Bedarf an Holz in der Nähe decken kann, also durch Fuhren direkt aus dem Walde holt. Fast stets sind die Fabriken auf den Bezug aus grösserer Entfernung angewiesen und dann ist es sehr gut, wenn ausser der hohen Bahnfracht nicht noch etwa weite Fuhren von und nach dem Bahnhof hinzukommen. Man berücksichtige, dass jede Cellulosefabrik z. B. auf nur einen Mitscherlichschen Kocher berechnet, bei einer jährlichen Produktion von 900000 Kilo trockener Cellulose, circa 7000 Rmet. Holz notwendig hat, welches bei mittlerem Trockengehalt allein ein Gewicht von 3680000 Kilo repräsentiert. Wenn man auch die anderen Materialien berücksichtigt, die zu der obigen Menge Holz jährlich gebraucht werden, so erhält man folgende Zusammenstellung:

Holz:	7000 Rmet.	3 680 000	Kilo
Cellulose: trocken	900 000 Kilo nass:	1 800 000	„
Schwefelkies		530 000	„
Kalk		180 000	„
Kohlen		1 200 000	„
Diverse		110 000	„
		7 500 000	Kilo

Aus dieser Jahreszusammenstellung ergiebt sich, dass auf 100 kg. lufttrockene Cellulose ca. 58% Schwefelkies verbraucht wurden. Es ist jedoch zu bemerken, dass bei grösseren Be-

trieben andere nur 50, ja nur 45% Kies verbrauchen, je nach der Qualität und den vorhandenen Einrichtungen.

Bei Anwendung von reinem Schwefel, was für viele Fälle besser ist, ist selbstverständlich der Verbrauch viel geringer. Hermann Brüngger giebt nach seinen Erfahrungen auf 100 kg lufttrockenen Zellstoff den Verbrauch an 99% Schwefel auf 9,77 kg. an.

Also für jeden einzelnen Kocher sind nach und von der Fabrik mindestens $7^1/_2$ Millionen Kilo Güter jährlich zu bewegen woraus auch bei günstiger Lage der Fabrik eine entsprechend hohe Fracht sich ergiebt, besonders da sich schon seit Jahren der Fabrikant dem Verlangen der Kunden nicht entziehen kann, ihm die Cellulose stets franco ins Haus, respektive bis zur nächsten Bahnstation zu liefern. Die günstigen Verkehrswege sind nach dem Gesagten bei der Wahl des Grundstücks demnach mit in erster Reihe zu berücksichtigen. Es wäre also unklug und eine falsche Sparsamkeit, ein vielleicht sonst passendes und billiges Grundstück zu erwerben, welches aber abseits von den Verkehrswegen läge. Ein derartiger Fehler, und überhaupt ein Fehler nach den anderen erwähnten Richtungen hin ist nicht wieder gut zu machen und kann die ganze Existenz der neugegründeten Fabrik in Frage stellen, mindestens eine Quelle grosser Sorgen werden. Verfasser sieht gerade hierin, in der Empfehlung zur genauen Beobachtung der angeratenen Vorsicht, den Hauptwert des vorliegenden Werkchens. Wenn Jemand diese Ratschläge als selbstverständlich ansehen sollte, so muss darauf erwidert werden, dass es manche Fabrik giebt, bei welcher der eine oder andere dieser wichtigsten Punkte bei der Wahl des Ortes ausser Acht gelassen wurde.

Eine andere wichtige Bedingung ist natürlich auch die, dass reines und reichliches Fabrikationswasser zur Verfügung steht. Ist die Reinheit nicht genügend, oder tritt zeitweise durch Regen u. s. w. Trübung ein, so muss man gleich von Anfang an für Anlage grosser Klärteiche oder anderer Vorrichtungen sorgen, die hier nicht näher erörtert zu werden brauchen. Dabei ist nur, wie früher schon einmal erwähnt wurde, darauf zu sehen, dass die Klärvorrichtungen oder auch etwaige Brunnen möglichst oberhalb der eigentlichen Fabrikationsräume, d. h. nach der Richtung des Flusslaufes gerechnet liegen, damit eine Verunreinigung durch die zum Teil in den Erdboden versickernden Abwässer ausgeschlossen ist.

Ist das Terrain nicht eben, sondern etwas hügelig, wenn auch nur auf einer Seite ansteigend, so kann man dies vorteilhaft benutzen, indem man die Kiesöfen und die Türme so hoch stellt, dass die Lauge aus den Laugenbottichen durch Rohrleitung direkt in den Kocher geführt werden kann, wodurch eine Laugenpumpe überflüssig wird. Durch die höhere Lage der Türme wird dann noch erreicht, dass etwa oben entweichende schweflige Säure in höhere Luftschichten eintritt und dadurch, ehe sie niederfällt, mehr verdünnt und unschädlich gemacht wird.

Es würde keinen grossen Wert haben, hier über die allgemeinen Regeln zur Anlage von Cellulosefabriken hinauszugehen und etwa eine oder mehrere bestehende Anlagen beispielsweise in Zeichnung vorzuführen, da sich jede Neuanlage zunächst den lokalen Verhältnissen anpassen muss und selbstverständlich auch Vorschriften der Orts- und Landesbehörden zu berücksichtigen sind. Ausserdem kommt bei jedem Entwurf die projektierte Grösse des anzulegenden Etablissements, sowie der Geschmack und der Geldbeutel des Besitzers in Frage und vor allem natürlich das System, nach welchem die Cellulose hergestellt werden soll. Zur Ausarbeitung des Entwurfs einer Neuanlage muss demnach für jeden einzelnen Fall ein technischer Sachverständiger hinzugezogen werden.

Vergleichung der hauptsächlichsten Cellulosesorten untereinander und mit Lumpenfasern, unter Berücksichtigung von Dehnung und Aschengehalt.

Vom Standpunkt des Papierfabrikanten aus sind zunächst die beiden grossen Gruppen der Natron- und Sulfit-Cellulose auseinander zu halten, die er im allgemeinen, da sie doch die Lumpen ganz oder teilweise in der Papiererzeugung ersetzen sollen, gern mit den Baumwollen- und Leinenfasern vergleicht, weil sie in der That, wenigstens in ihren Eigenschaften, Ähnlichkeit mit diesen haben. Beide, Leinen- und Baumwollenfasern, erfüllen in der Papierfabrikation ihren ganz bestimmten Zweck, meist kommen beide gleichmässig zur Anwendung, oft aber kann eins das andere durchaus nicht ersetzen, wo es sich um ganz besondere Eigenschaften eines Papieres handelt, ent-

weder um grosse Festigkeit oder andererseits um Weichheit und Saugfähigkeit. Durchgängig muss man aber der Leinenfaser den höheren Wert zuerkennen. Ebenso ist es mit den beiden erwähnten Cellulosen: Die Natroncellulose ist im allgemeinen weicher, der Baumwolle ähnlicher, findet für manche Zwecke vorteilhafte Verwendung, aber die Sulfitcellulose hat sie stark verdrängt, da diese unbedingt fester ist, sich manche Sorte wenigstens noch besser bleichen lässt und sie ausserdem sogar durchschnittlich etwas billiger verkauft wird.

Die Ursache der Verschiedenheit nicht nur der beiden Hauptgruppen, sondern auch der Cellulosen der einzelnen Sulfitverfahren untereinander, kann man aus nebenstehender Zusammenstellung erkennen, welche zwar nicht ganz vollständig ist, aber trotzdem zeigt, dass der Druck und die Temperatur, unter welchem und bei welcher gekocht wird, von grossem Einfluss ist. Die in der Tabelle fehlenden Temperaturgrade können in diesen Fällen nicht aus dem Dampfdruck ergänzt werden, da wohl die Temperatur des Dampfes mit dem zunehmenden Druck in bestimmtem Verhältnis wächst, es sich hier bei den Cellulosekochungen aber um die Temperatur der ganzen Masse, Holz und Lauge, handelt, die unabhängig vom Druck geregelt wird.

Man ersieht hieraus, dass vor allem die Natroncellulosen mit sehr hohem Druck, hoher Temperatur aber verhältnismässig kurzer Kochzeit hergestellt werden, dass bei den Sulfitcellulosen durchschnittlich mit niedrigerem Druck, geringerer Temperatur und längerer Kochzeit gearbeitet wird, und dass speziell bei der Fabrikation der Mitscherlich-Cellulose der niedrigste Druck, niedrige Temperatur aber längste Kochdauer in Anwendung kommt. Nach dem zuletzt genannten Verfahren wird also gewissermassen am vorsichtigsten gekocht, d. h. es liegt auf der Hand, dass bei langsamer Beseitigung der inkrustierenden Bestandteile, nur unter Anwendung der notwendigsten Hitzegrade, die eigentliche Faser am meisten geschont werden muss, also die gewonnene Cellulose die grösste Festigkeit haben wird. Und dies ist denn auch in der That der Fall. Verfasser hat als Papierfabrikant die verschiedensten Sorten von Cellulosen seit langer Zeit verarbeitet, und seinen Bedarf an Mitscherlich-Cellulose auch von verschiedenen Fabriken bezogen, aber in Bezug an Festigkeit ist diese Ware noch von keinem anderen System übertroffen worden, was entschieden auf die erwähnten Ursachen zurückzuführen ist. Die Mitscherlich-Cellulose mahlt

	Verfahren	Höchster Dampfdruck in Atmosphären.	Höchste Temperatur in Graden Celsius	Kochzeit in Stunden	Lauge
Natron	Amerika	6—8	160°—172°	6	12° B.
	Dahl	5—10	.	30—40	6°—14° B.
	Ungerer	6—8	.	.	5°—6° B.
Sulfit	Pictet & Brélas	5—7	90°—105°	.	7% SO_2
	Ekman	6	.	10	.
	Flodquist	4,7	.	8—9	5° B.
	Archbold	4—5	.	1½	.
	Partington	4	.	12—14	.
	Francke	3,5	.	12—17	.
	Ritter-Kellner	4—5	.	16—36	.
	Mitscherlich	3	117°—120°	35—38	5°—7° B.

sich im Holländer so schwer, wie starke, leinene Lumpen und es lässt sich daraus ohne jede Zuthat ein Papier herstellen, welches 6000 Met. Reisslänge und darüber besitzt. Für gewisse Zwecke ist überhaupt nur Cellulose dieses Systems verwendbar.

Wenn man die Natroncellulose mit der Baumwollenfaser vergleicht, wäre die Mitscherlich-Cellulose an Stelle der festesten Leinen- und Hanffaser zu setzen und hiernach würden die anderen hauptsächlichsten Sulfitverfahren, Ritter-Kellner, Graham und Flodquist, die feineren Leinenfasern repräsentieren. Dieser Vergleich stimmt auch in Wirklichkeit, denn es ist nicht zu leugnen, dass die Mitscherlich-Cellulose bei allen Vorzügen doch den Nachteil hat, etwas unreiner zu sein, weshalb sie auch, wenn sie gebleicht ist, nicht gut zu den feineren Papieren verwendet werden kann, während gerade die Cellulose nach Ritter-Kellner und einigen verwandten Verfahren sich bei guter Festigkeit durch grosse Reinheit uud in den ersten Qualitäten durch blendende Weisse auszeichnet, so dass sie zu den besten Papieren mit Vorteil verwendet werden kann, d. h. natürlich nur zu solchen, wo ein Zusatz von Surrogaten gestattet ist. Neuerdings wird allerdings auch Mitscherlich-Cellulose sehr weiss gebleicht und tadellos rein hergestellt.

Aus dieser Bemerkung über „beschränkte Anwendung, die in Bezug auf die Vorschriften, die sogenannten „Normalpapiere“ betreffend, gemacht wurde. ersieht man, dass Cellulose nicht zu allen Normalpapieren genommen werden darf, dass die Behörde sie also gewissermassen nicht für voll ansieht und ihre Verwendung beschränkt wissen will. Die Regierung hat von ihrem Standpunkte aus auch vollständig recht, wenn sie zu den allerbesten Papieren, deren Haltbarkeit auf viele Jahrzehnte hinaus garantiert sein muss, aus Vorsicht nur Lumpen verwendet wissen will, da die Erfahrung hinreichend festgestellt hat, dass Lumpenpapiere eben die beanspruchte Dauerhaftigkeit besitzen. Von den reinen Cellulosepapieren kann eine solche Erfahrung noch nicht vorliegen und ausserdem ist zu beachten, dass die Vorschriften zu einer Zeit gemacht wurden, wo noch nicht lange vorher die verschiedensten Systeme der Cellulosefabrikation gewissermassen noch an den Kinderkrankheiten litten, wo also wohl gute. aber auch oft wirklich schlechte Cellulose in den Handel kam und die Papierfabrikanten selbst erst nach den verschiedensten Seiten hin ihre Erfahrungen be-

züglich der Verwendbarkeit der einzelnen Sorten, sowohl nach Qualität als Quantität der prozentualen Zuteilung machen mussten.

Verfasser selbst hat damals einer massgebenden Persönlichkeit reines Cellulosepapier behufs Untersuchung zur Verfügung gestellt, welches aus reiner Cellulose hergestellt war, die penetrant nach schwefliger Säure roch, also ganz schlecht ausgewaschen war. Dass sich solches Papier nach verhältnismässig kurzer Zeit nach mancher Richtung hin verändern muss, ist leicht erklärlich, doch hatte man zu jener Zeit noch keine Auswahl wie jetzt und ausserdem fehlten die Erfahrungen; heutzutage wird keine solche Cellulose mehr verkauft und von dem Papierfabrikanten auch nicht angenommen; es würden demnach die Grundlagen zur Aufstellung der Vorschriften über die Normalpapiere wohl heute schon andere sein, wenn jetzt erst die Sache von der preussischen Regierung in die Hand genommen werden sollte. Das Fabrikat ist durchgängig seit einigen Jahren bedeutend besser geworden und wird sich nach und nach immer mehr vervollkommnen, je mehr die Wissenschaft der Cellulosefabrikation ihre Unterstützung zu Teil werden lässt, so dass jedenfalls im Laufe der Zeit die Bestimmungen über die „Normalien" eine entsprechende Veränderung erfahren müssen. Vom theoretischen Standpunkte aus sind alle Cellulosefasern, ob aus Holz, Stroh, Hanf u. s. w. gewonnen, nahezu gleich. Es müsste dann gerade die Holzcellulose vor der der Lumpenfaser einen Vorzug haben, da sie noch vollständig unbenutzt und ungeschwächt zur Verarbeitung kommt, während die Lumpenfaser durch event. Färben, Bleichen und Kochen angegriffen und durch die Benutzung als Gewebe stark strapeziert wurde. Und doch haftet der Cellulose ein Fehler an, weshalb sie für die besten Papiere, d. h. vom Standpunkt der „Normalien" 'aus besten, nicht benutzt werden kann und darf, Es ist der Mangel an Dehnungsfähigkeit und der Umstand, dass die Dehnung, wenn sie auch da ist, nach und nach bedeutend zurückgeht. Es wird von vielen Seiten hierüber geklagt und ganz wegzuleugnen ist der Fehler auch nicht, aber er ist nicht so gross, als gewöhnlich angenommen wird, denn ein ganz kurz gemahlenes Cellulosepapier (aus reiner Cellulose) hatte bei 5450 Met. Reisslänge doch 2,5% Dehnung. Diese Dehnung kann je nach der Art der Verarbeitung und Behandlung noch bedeutend erhöht werden und Verfasser ist davon überzeugt, dass später, vielleicht schon bald, die Cellulosefaser

mancher Systeme so hergestellt wird, dass sie keinen Vergleich mit der Lumpenfaser zu scheuen hat. Die mächtige Konkurrenz auf allen Gebieten, und das dadurch hervorgerufene Streben, nur das Beste herzustellen, überhaupt vorwärtszuschreiten, hat schon Wunder gethan und wird sicher im stande sein, die der Cellulosefabrikation jetzt noch anhaftenden Mängel bald ganz zu beseitigen. Was das Zurückgehen der Dehnungsfähigkeit anbelangt, so sind die früher veröffentlichten Zahlen hierüber grösstenteils zurückzuführen auf die oben erwähnten, aus mangelhafter Cellulose gearbeiteten Papiere.

Schliesslich wird der Cellulose noch der Vorwurf gemacht, dass sie zuviel Aschengehalt besitze, also schon aus diesem Grunde für die besten Normalpapiere, bei denen nur ein Aschengehalt von 2% gestattet ist, nicht verwendbar sei. Es sei da zunächst eine vergleichende Untersuchung eingeschaltet, welche Dr. Frank in Nr. 45 der Pap.-Zeit 1888 veröffentlichte. Es heisst da unter anderem: Wenn auch Cellulose im chemischen Sinne vollkommen aschenfrei ist, so gilt dies doch schon bei der reinsten Form, in welcher sie von der Natur geboten wird, von der Baumwolle, nicht mehr, da diese einen Aschengehalt von 0,11—0,12% hat. Bei der nächst verbreiteten und für Ia. Papiere noch wichtigeren Gespinstfaser, dem Flachs, zeigt der Aschengehalt aber schon eine ganz bedeutende Steigerung. Nach den Untersuchungen von Dr. Hugo Müller zeigten von 2 Proben feinst gehechelter Ia. belgischer Flachse, Lin bleu de Lockeren 0,77%, Lin Wallon 1,46%, sowie italienischer Hanf erster Marke 0,9% Gehalt an Asche in der wasserfreien Substanz. Wie weit diese Rohstoffe, die jeder Papierfabrikant gewiss als edelste und reinste anerkennt, durch Bleichen, Waschen u. s. w. in ihrem Aschengehalt zurückgehen, ist leider nicht ermittelt und ebenso fehlen bisher Untersuchungen über den Aschengehalt reiner Lumpen verschiedener Sorten. Bei einem anderen, für beste Papiere mit Vorliebe verwendeten Rohstoff, dem Esparto, fand Müller den Aschengehalt in der trockenen, rohen Pflanze zu 3,6—4,1%, Stevenson Macadam in seinen Proben sogar zu 5,6%.

Handelt es sich bei den genannten Fasern gewissermassen um Rohstoffe, so erscheint die Frage nach dem Aschengehalt der chemisch bereiteten reinen Cellulose, wie sie jetzt die Sulfitfabrikation liefert, noch besonders interessant, da hier die Freilegung der Pflanzenfaser durch eine saure Lösung bei hohem

Druck und hoher Temperatur erfolgt ein Verfahren, welches die Mineralbestandteile des Holzes mit Ausnahme eines verschwindend kleinen Restes von Kieselsäure und Silikaten sicher entfernen müsste.

1. Um bei den bezüglichen Untersuchungen nicht durch etwaige aus den Calciumsulfitlaugen abgesetzte Mineralstoffe irre geführt zu werden, wurde für die Aschenbestimmung zunächst eine nach Pictets Verfahren nur mit schwefliger Säure hergestellte Cellulose benutzt und trotzdem aber noch ein Aschengehalt von 0,459% gefunden. Da nun der mittlere Aschengehalt des Fichtenholzes 1,02% ist, so wären davon noch nahezu die Hälfte ungelöst im Stoff geblieben.

2. Die nächste untersuchte Probe war eine nach dem Graham-Verfahren in der Fabrik von Dr. Salomon in Cunnersdorf hergestellte sehr schöne Cellulose. Da schwefligsaure Magnesia im Wasser leicht lösslich ist (1 : 20) so kann bei ihrer Anwendung eine Abscheidung, wie beim Calciumsulfit nicht stattfinden und die Cunnersdorfer Cellulose zeigte auch in der That mit nur 0,32% einen noch geringeren Aschengehalt als die Pictet-Cellulose.

3. u. 4. Die beiden folgenden Proben waren mit sauren Calciumsulfitlaugen bereitet, welche einen hohen Gehalt an freier schwefliger Säure hatten, infolgedessen war auch hierbei die Ablagerung von Calciummonosulfit auf der Cellulose gering und der Aschengehalt betrug nur 0,61 und 0,654%.

5. u. 6. Zwei aus England erhaltene und als Partington-Cellulose bezeichnete Proben hatten bereits 0,91 und 1,015% Asche.

7., 8. und 9. Drei Proben nach Mitscherlich Verfahren hergestellt enthielten 1,39, 1,68 und 1,79% Asche.

Endlich ergab ein aus reiner Mitscherlich-Cellulose und dem Anschein nach ohne alle Leimung und Thonerdesalzen dargestelltes sogenanntes Pergamynpapier ein Aschengehalt von 2,6%.

Aus diesen hier mitgeteilten Bestimmungen folgert nun Dr. Frank, dass der Aschengehalt bei Sulfitcellulosen in dem Masse zunimmt, als ein höherer Kalkgehalt der Sulfitlaugen die Abscheidung von schwer lösslichem Calciummonosulfit im Kochprozess begünstigt, sodann aber auch, dass selbst bei Anwendung absolut reiner Rohstoffe nach Zurechnung des für die Leimung nötigen Thonerdeniederschlags ein Aschengehalt resultieren kann welcher den für Ia. Normalpapiere bisher aufgestellten Maximalsatz von 2% nicht unbedeutend überschreitet.

Da Verfasser dem ersten Teil der Folgerung nicht bedingungslos beipflichten kann, sei hier eine weitere Untersuchung von Sulfitstoffen nach Mitscherlich angeführt, welche Herr A. Müller in Nr. 56 der „Pap.-Zeit." 1888 veröffentlicht.

Probe 1, von Nettl & Comp. in Holoubkau (Böhmen) erzeugt, ergab 0,78%.

Probe 2, aus einer süddeutschen Fabrik 1,22%.

Probe 3, Sekundaware aus derselben Fabrik 4,20%.

Diese Papierrohstoffe wurden mit reinem Wasser so lange ausgelaugt, als noch etwas in Lösung ging und zeigten alsdann einen Aschengehalt von 0,58%, 0,36% und von 0, 54%.

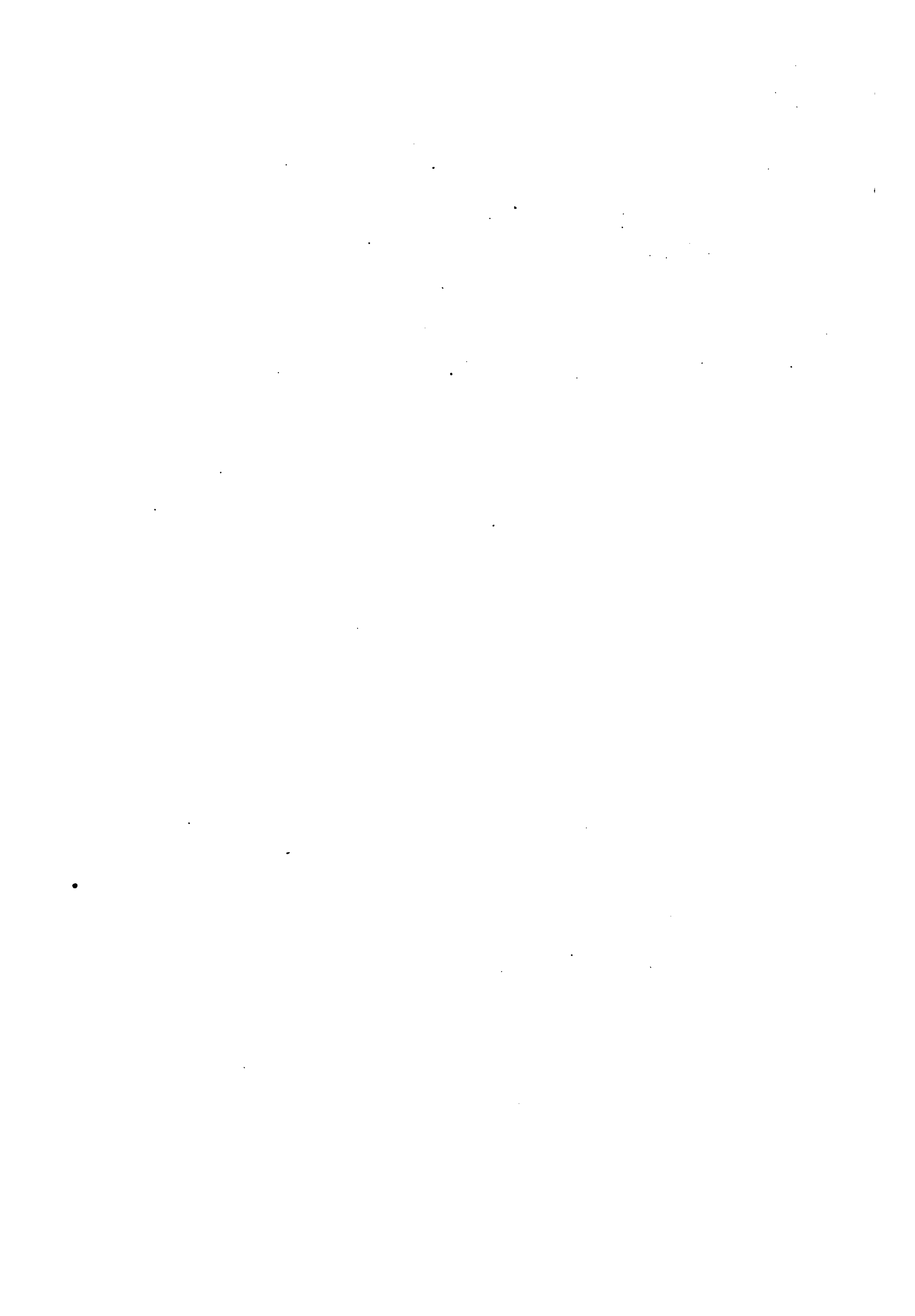
Nach dem Behandeln mit verdünnten Säuren wiesen die angeführten Prima-Zellstoffe noch einen Aschengehalt von 0,08% beziehentlich von 0,02% auf. Die qualitative Analyse desjenigen Teiles der Mineralsubstanzen, welcher durch Wasser aus dem Zellstoff ausgelaugt werden konnte, lies denselben in der Hauptsache als schwefelsauren Kalk erkennen, dem noch Spuren von schwefelsaurer Magnesia anhafteten. Der Verbrennungsrückstand des mit Wasser ausgelaugten Zellstoffs bestand ausser aus geringen Mengen von Kieselsäure aus phosphorsaurem Eisen und aus phosphorsaurem Kalk, also aus Stoffen, welche von Holz herrühren. Es geht hieraus hervor, dass jedenfalls die dem Dr. Frank zur Verfügung gestandene Mitscherlich-Cellulose nicht gut ausgewaschene Ware gewesen ist.

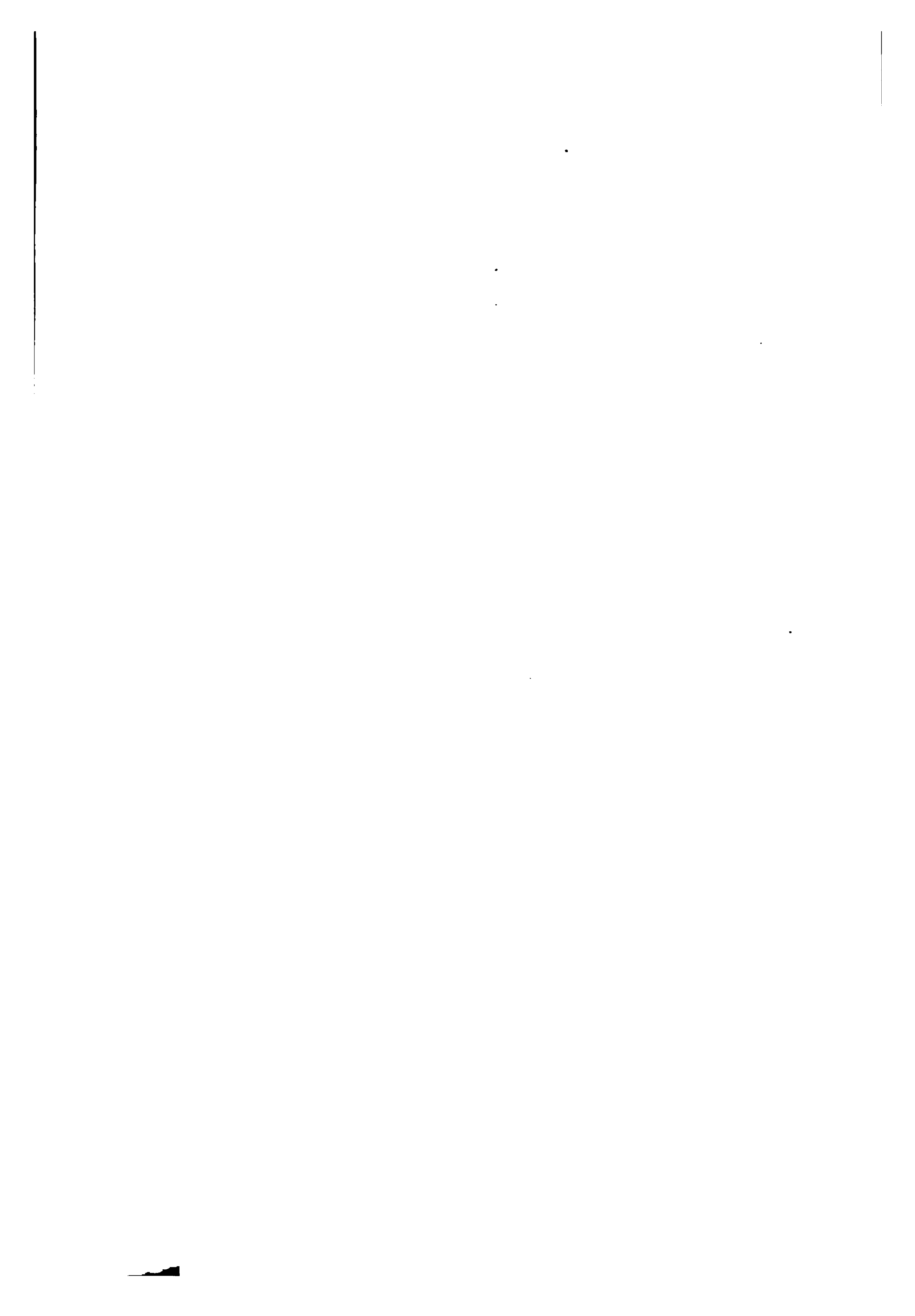
Fassen wir nun den letzten Teil dieses Kapitels zusammen, so ergiebt sich, dass jetzt schon Cellulose hergestellt wird, die nur 0,32% Aschengehalt hat, (die grösste kontinentale Cellulosefabrik Waldhof bei Mannheim arbeitet sogar mehrere Sorten, welche nur 0,30% Asche ergeben) dass ein Mehrgehalt an Asche nur die Folge einer weniger sorgfältigen Kochung, respektive Auswaschung ist, dass also die Cellulose im allgemeinen auch in diesem Punkte der Lumpenfaser bereits gleicht oder doch wenigstens sehr nahe kommt. Wenn also zur Zeit der unbeschränkten Verwendung der Cellulose noch einige Hindernisse entgegenstehen, die zum Teil in behördlichen Vorschriften oder in Vorurteilen zu suchen sind, so kann es doch keinem Zweifel unterliegen, dass die so mächtig emporgewachsene Cellulosefabrikation trotz aller Proteste einzelner vielleicht durch sie Geschädigter, und trotz aller behördlichen Einschränkungen auch fernerhin sich kräftig weiter entwickeln wird, zum Segen der Papierfabriken und der ganzen Industrie,

ja dass sie voraussichtlich im Hinblick auf den grossen dadurch bedingten Holzverbrauch indirekt die Veranlassung giebt, die lohnende Beforstung von Gegenden vorzunehmen, welche bis jetzt brach liegen, so dass der so anerkannt schädlichen Abholzung Einhalt gethan, die Fehler der Voreltern verbessert, die hiervon zum Teil abhängige Witterung gleichmässiger gemacht und so ein Segen fürs ganze Vaterland geschaffen würde.

Gedruckt bei
Fiedler & Kluge, Wittenberg — Berlin.


FIEDLER & KLUGE
Buchdruckerei
WITTENBERG - BERLIN.





DEC 9 - 1938

